TWOJE pismo o nauce

DZIURY W SERZE



ŚMIERĆ MIAST



KOSMICZNE TSUNAMI



WIEDZA I ŻYCIE

CZERWIEC 2026 nr 6 (1098)
CENA 15,99 ZŁ (w tym 8% VAT)
projektpulsar.pl
ukazuje się od 100 lat

CZY HUMANOIDY podbiją świat?

Seksualne EKSCESY pająków

Ewolucja i znaczenie WSTRĘTU

GEOMETRIA w ogrodach

ŁOWCY METEORYTÓW

PRZYDATNE W SZKOLE

POCZĄTKI BOŻEGO CIAŁA

INDEKS 38142X
ISSN 0137-8929
06>
9 770137 892601
Wydanie w sprzedaży do 23.06.2026

Politechnika
Wrocławska

Studiuj z nami!











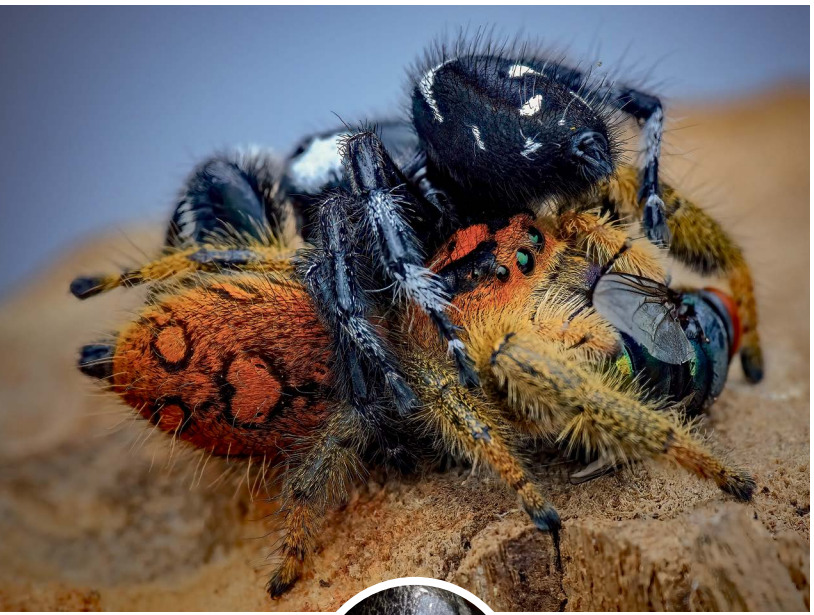


Isaac Newton



rekrutacja.pwr.edu.pl

eprasa.pl 544b0e1a55



CZERWIEC 2026

w numerze

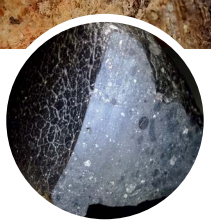
14

ARACHNOLOGIA

SEKSUALNE EKSCESY PAJĄKÓW

Marek Żabka

Czyli fantazje, perwersje, oszustwa, fatalne zauroczenie, okrucieństwa, a nawet morderstwa.



48

METEORYTYKA

ŁOWCY METEORYTÓW

Kamil Nadolski

Gdy nocne niebo rozdziera gwałtowny błysk bolidu, dla większości świadków to jedynie widowiskowy spektakl astronomiczny. Dla wąskiej grupy profesjonalistów to sygnał do natychmiastowej mobilizacji.



56

PSYCHOLOGIA

WSTRĘT

Ewa Nieckuła

Odczuwamy go w różnym stopniu, co zależy m.in. od płci czy uwarunkowań kulturowych. Naukowcy tropią zaskakujące związki skutków tej emocji i jej rolę w ewolucji.

Obalamy mity
CZY WARTO ZASTĘPOWAĆ CUKIER W DIECIE I CZY NADAJĄ SIĘ DO TEGO SŁODZIKI?
Paweł Walewski ... 2

Rozmyślania za Wielką Wodą
PTASIE MÓŻDŻKI
Krzysztof Szymborski ... 3

Sygnały ... 4

temat miesiąca

Arachnologia
SEKSUALNE EKSCESY PAJĄKÓW
Marek Żabka ... 14

Technika
CZY HUMANOIDY PODBIJĄ ŚWIAT?
Marek Matacz ... 20

Obyczaje
BOŻE CIAŁO
Radosław Kożuszek ... 26

Żywność
NABIAŁOWE DZIEDZICTWO
Katarzyna Kornicka-Garbowska ... 32

Architektura krajobrazu
HISTORIA OGRODÓW
Mariola Rabska ... 40

Meteorytyka
ŁOWCY METEORYTÓW
Kamil Nadolski ... 48

Psychologia
WSTRĘT
Ewa Nieckuła ... 56

Społeczeństwo
KIEDY MIASTA PRZESTAJĄ ISTNIEĆ
Andrzej Hołdys ... 60

Astrofizyka
KOSMICZNE TSUNAMI
Mirosław Dworniczak ... 66

Nowinki techniczne ... 72

Laboratorium
ZAPAMIĘTYWANIE I TRESURA
Paweł Jedynak ... 74

Głowa do góry
NIESTAŁA GWIAZDA W KORONIE
Weronika Śliwa ... 76

Na końcu języka
WSTRĘT
Jerzy Bralczyk ... 78

Trening umysłu
PUZELAND
Marek Penszko ... 79

Listy czytelników ... 80

Fot. Shutterstock (2), NASA
Okładka: Fot. Shutterstock (3), NASA/JPL-Caltech

eprasa.pl 544b0e1a55



Drodzy Czytelnicy!

W ZBIOROWEJ wyobraźni łowca meteorytów to samotnik, który z plecakiem i wykrywaczem metalu przemierza pustynię w poszukiwaniu czarnego kamienia z kosmosu. Rzeczywistość jest jednak bardziej złożona. Współczesne polowanie na meteoryty to starcie trzech światów: instytucji naukowych, zawodowych handlarzy oraz lokalnych mieszkańców. Naukowcy dysponujący ograniczonymi budżetami muszą ścigać się z prywatnymi inwestorami, którzy za rzadkie okazy, np. te pochodzące z Marsa lub Księżyca, są gotowi zapłacić dziesiątki tysięcy dolarów (s. 48). Pozostając przy temacie kosmosu, piszemy jeszcze o falach uderzeniowych, od miliardów lat kształtujących wszechświat. Ich źródłem mogą być wybuchające supernowe, szybki przelot swobodnej gwiazdy czy strumienie materii emitowane przez czarne dziury. Obserwowanie takich zjawisk wymaga wielu danych, uzyskiwanych w bardzo szerokim zakresie długości fal elektromagnetycznych (s. 67).

Wstręt odczuwamy w różnym stopniu, co zależy m.in. od płci czy uwarunkowań kulturowych. Chociaż wyewoluował, aby powstrzymać nas przed spożyciem szkodliwych lub niebezpiecznych substancji, emocja ta zaczęła odgrywać znacznie większą rolę w naszym życiu. Mówi się, że odczuwamy moralny wstręt wobec zachowań naruszających normy społeczne, nawet jeśli nie stanowią one fizycznego zagrożenia. Badania wskazują, że osoby wrażliwsze na fizyczny wstręt są również wrażliwsze na naruszenia moralne. Naukowcy sprawdzali także, jak uczymy się wstrętu, czy ma on znaczenie dla naszej odporności i jakie zmiany w odczuwaniu obrzydzenia następują podczas ciąży (s. 56).
W numerze piszemy też o tym, jakie znaczenie dla naszego zdrowia ma spożywanie sera, skąd się w nim biorą dziury i co robi ser w kosmosie (s. 32). Innym podejmowanym przez nas tematem są seksualne ekscesy pająków, czyli ich fantazje, perwersje, oszustwa, fatalne zauroczenie, okrucieństwa, a nawet morderstwa (s. 15).

Według niektórych szacunków już za kilka lat sprzedawane będą miliony humanoidalnych robotów rocznie. Mają pracować w fabrykach, kopalniach, na ulicach i w domach. Droga do prawdziwie użytecznego humanoida wciąż jest pełna technicznych pułapek. Jak przebiega uczenie robotów i czy mogą one zrozumieć nasze intencje (s. 20)?

Redaktor naczelna dr n. biol. Olga Orzyłowska-Śliwińska

Obalamy **mity**

Czy warto zastępować cukier w diecie i czy nadają się do tego słodziki?

SPÓR o słodziki nie jest nowym rozdziałem w obsesyjnej historii jedzenia. To raczej telenowela, której pilotowe odcinki nakręcono już podczas I wojny światowej. Kiedy na frontach brakowało cukru, w sukurs przyszła sacharyna – syntetyczne dziecko chemii, które miało oszukać kubki smakowe. W naszych czasach słodycze fit, pierwotnie projektowane jako niszowe produkty dla diabetyków o niskim indeksie glikemicznym, obiecują raj bez grzechu, czyli słodycz bez kalorii. Dopuszczone do obrotu – od aspartamu po stewię – są dobrze przebadane i uznane za bezpieczne w typowych ilościach. Dawki budzące niepokój są zwykle znacznie wyższe niż spożywane przez przeciętnego konsumenta. Trzeba jednak podkreślić, że ze względu na rozpowszechnienie słodzików i dodawanie ich do coraz większej liczby produktów spożywczych, udział tych substancji w naszej diecie rośnie, co może już nie być takie zdrowe. Do tego pojawiają się badania komplikujące obraz. Słodziki zmniejszają ilość pożytecznych bakterii w jelitach, a nadmiar takich substancji zmienia skład mikrobioty jelitowej oraz prowadzi do zaburzeń trawienia, w tym wzdęć. Zasugerowano np. związek wysokiego poziomu erytrytolu z większym ryzykiem zdarzeń sercowo-naczyniowych, a także nasilaniem poczucia głodu (np. sukraloza zwiększa aktywność podwzgórza, obszaru mózgu regulującego apetyt).

Najbardziej niedoceniany jest jednak ich wpływ na psychikę. Słodziki podtrzymują preferowanie intensywnie słodkiego smaku. Mózg dostaje sygnał: będzie nagroda. Jeśli jej nie ma, bo kalorie nie nadchodzą, część osób kompensuje to później, sięgając po produkty, które tę obietnicę spełnią. W efekcie bilans kaloryczny może się wręcz pogorszyć. Do tego dochodzi kwestia samej jakości produktów: „bez dodatku cukru" często oznacza wysokoprzetworzony baton o podobnej kaloryczności jak klasyczny odpowiednik, ale z większym zestawem niezdrowych dodatków. Są też przyziemne niedogodności: ksylitol i mannitol w nadmiarze działają przeczyszczająco, stewia zostawia metaliczny posmak, a sacharyna – lekko gorzki. Dlatego producenci tworzą mieszanki: próbują uzyskać smak przypominający cukier, choć żadna z tych substancji nim nie jest.

Dla osób z cukrzycą lub ograniczających kalorie słodziki bywają użyteczne – pod warunkiem że są elementem szerszej sensownej diety. Bo całkowite wykluczenie węglowodanów tylko mami poczuciem bezpieczeństwa, gdyż prowadzi do zwiększonej konsumpcji. A zatem najlepszym słodzikiem będzie umiar – towar znacznie trudniejszy do wyprodukowania niż kolejna partia aspartamu.

Paweł Walewski

Fot. Adrianna Śliwińska

eprasa.pl 544b0e1a55



KRZYSZTOF SZYMBORSKI

Ptasie móżdżki

W OBU językach, w których udało mi się osiągnąć pewną biegłość (polski i angielski), powiedzenie „ptasi móżdżek” ma charakter pejoratywny i oznacza osobę, którą uważa się za głupią. Określenie to jest nie tylko krzywdzące dla ptactwa, lecz także całkowicie bezpodstawne. Świadczy jedynie o pogardliwym antropocentryzmie i skłonności naszego gatunku do wywyższania się. Pochodzenie jego można od biedy zrozumieć, biorąc pod uwagę fakt, że w dawnych czasach uważano, iż o wysokiej inteligencji świadczy duży mózg, co okazało się oczywiście nieprawdą (bardzo mi przykro, wieloryby). W rzeczywistości, jak wykazały badania, mózg ptaków (a żyje ich na świecie ok. 9700 gatunków) jest prawdziwym majstersztykiem miniaturyzacji. To zrozumiałe, jeśli wziąć pod uwagę, że najbardziej charakterystyczną adaptacją ptaków jest zdolność do lotu (choć niektóre, np. strusie, zdają się o tym zapominać).

Do sprawnego lotu potrzeba maksymalnego zwiększenia siły mięśni w stosunku do wagi ciała, co natura osiągnęła m.in. poprzez wykształcenie u ptaków kości o pustym wnętrzu i miniaturyzację głowy (a zatem i mózgu). Dodatkowym ułatwieniem było nadanie całemu ciału opływowego kształtu. Ptaki, które oddzieliły się od przyszłych ssaków przed 300 mln lat, miały czas „wypróbować” najlepsze anatomiczne i nerwowe rozwiązania i obie te systematyczne gromady stanowią klasyczny przykład ewolucji zbieżnej. W szczególności dotyczy to ich układów nerwowych. Choć mózgi ssaków i ptaków odznaczają się odmienną strukturą, występują pomiędzy nimi interesujące podobieństwa funkcjonalne. Mózgi ptaków długo miały dla nauki wiele sekretów, których rozwiązanie doprowadziło do fascynujących odkryć. Okazało się m.in., że ewolucja płaszcza mózgu przebiegała u ptaków i ssaków odmiennie, choć u obu grup spełnia on podobne funkcje. Dzięki temu w ostatnich latach badanie ewolucji ptasiego mózgu stało się bardzo modne i w konsekwencji ujawniło, że wykazuje on porównywalną sprawność jak mózgi ssaków (nawet naczelnych), a pod pewnymi względami jest wyjątkowy.

O inteligencji nie świadczy wielkość mózgu, lecz liczba tworzących go neuronów i połączeń między nimi. Ptakom zaś udało się w tej samej przestrzeni „upakować” od dwóch do czterech razy większą ich liczbę niż ssakom. Dla porównania, ludzki mózg zawiera ok. 86 mld neuronów i waży 1,5 kg, a kota domowego – 760 mln neuronów przy masie 25–30 g. U „intelektualnej elity” ptaków – krukowatych, liczących 130 gatunków, i papugowatych, reprezentowanych przez 356 gatunków – w mózgu ważącym 5–20 g mieścić się może miliard neuronów. Określenie „ptasi móżdżek” powinno zatem stanowić komplement, a nie wyraz deprecjacji. I rzeczywiście, im więcej się o zachowaniu ptaków dowiadujemy, tym wydają nam się inteligentniejsze.



Irene Pepperberg i Alex, gwiazda badań nad ptasią inteligencją

Porównywanie „inteligencji” rozmaitych gatunków jest oczywiście zadaniem ryzykownym i w gruncie rzeczy każdy gatunek powinien posiadać własną skalę „mądrości”, odpowiadającą jego środowisku i stylowi życia. Porównanie takie zwykle odnosi się do tych zachowań i cech, które są nam znane najlepiej – czyli charakteryzujących nas samych. W tym sensie dobrym przykładem umysłowej sprawności ptaków są np. papugi, wykazujące wyjątkową zdolność do naśladowania wydawanych przez ludzi dźwięków. Sprawia to niekiedy wrażenie, że mówiąc „po ludzku”, rozumieją wręcz, co zamierzają nam powiedzieć. Wśród papugowatych za najinteligentniejsze uchodzą żyjące w Afryce (oraz w wielu ludzkich domach) szare papugi afrykańskie, zwane po polsku żako (*Psittacus erithacus*). Jedna z nich, imieniem Alex (skrót od: Avian Language Experiment), stała się obiektem trwających 30 lat badań, prowadzonych przez psycholożkę zwierząt Irene Pepperberg, zapoczątkowanych w 1977 r. i kontynuowanych na czterech uniwersytetach. Alex nauczył się 100 słów w języku angielskim, identyfikował 50 przedmiotów, liczył do sześciu, rozpoznawał siedem kolorów i – twierdzi Pepperberg – „rozumiał” takie pojęcia, jak „większy”, „mniejszy”, „taki sam” i „różny”. Innymi słowy, osiągnął poziom rozwoju umysłowego 2-letniego dziecka bądź dorosłego delfina. Zapewne umiał też robić rozmaite nieznane rzeczy, które by mu się przydały w afrykańskiej dżungli…

Fot. Rick Friedman/Corbis/Getty

eprasa.pl 544b0e1a55



Ponta dos Rosais – skalisty cypel na zachodnim końcu wyspy São Jorge w archipelagu Azorów

GEOFIZYKA

LAWIE ZABRAKŁO 1,5 KM

Niewiele brakowało, a duża portugalska wyspa São Jorge wyleciałaby w powietrze.

Archipelag Azorów powstał z lawy, która wydobywa się na powierzchnię wzdłuż potężnego pęknięcia, rozcinającego dno Atlantyku z południa na północ na całej długości oceanu. Powszechny jest tam wulkanizm szczelinowy, który wpłynął na wydłużony kształt wyspy São Jorge (53 km długości i średnio 8 km szerokości). Klasyczne stożki wulkaniczne należą tu do rzadkości. Przeważają podłużne nacięcia, które są wrotami wiodącymi do komór magmowych ukrytych w skorupie ziemskiej. Od czasu do czasu któreś z tych wrót się otwierają, a wtedy wypływa przez nie lawa. W marcu 2022 r. São Jorge nawiedziła seria wstrząsów sejsmicznych – niezbyt silnych, ale bardzo licznych – zinterpretowanych jako zapowiedź dużej erupcji wulkanicznej. Do komór magmowych pod wyspą błyskawicznie zaczęła napływać materia skalna, a gdy się wypełniły, ciśnienie w nich znacznie wzrosło i wtedy São Jorge zaczęła drżeć i dygotać. Lawa jednak nie wypłynęła na powierzchnię. Zatrzymała się na głębokości zaledwie 1,5 km. Było jej tyle, że podniosła wyspę o 6 cm.

Ogłoszono alarm, a mieszkańców São Jorge ostrzeżono, by byli przygotowani do ewakuacji. W odległej przeszłości zdarzały się na wyspie niszczycielskie erupcje i teraz także istniało takie ryzyko. Do wybuchu w końcu nie doszło, ale gdyby nastąpił, mógłby być katastrofalny w skutkach – twierdzą autorzy badań opublikowanych ostatnio w „Nature Communications". Wyspa została oszczędzona, bo wcześniej z komór magmowych pod nią uleciały gazy wulkaniczne, obniżając ciśnienie w skałach. **(HOLD)**

eprasa.pl 544b0e1a55

MALAKOLOGIA

Gigantyczne ośmiornice

Miliony lat temu były w morzach szczytowymi drapieżnikami.

Choć współcześnie głowonogi o galaretowatym ciele słyną raczej z niezwykłej inteligencji i imponującej sztuki kamuflażu, to ich przodkowie należeli do największych ziemskich bezkręgowców. Poczynione odkrycia rzucają nowe światło na dynamikę morskich ekosystemów, bo dotychczas uważano, że szczytowymi drapieżnikami prehistorycznych wód były wyłącznie kręgowce (gady), takie jak plejozaury czy ichtiozaury. Badania polegały na analizie kilkudziesięciu skamieniałych szczęk, bo miękkie części ciała tych zwierząt szybko się rozkładają, nie pozostawiając po sobie śladów kopalnych (prześledzenie historii ewolucyjnej ośmiornic jest dlatego o wiele trudniejsze niż organizmów, po których zachowują się kości czy muszle).

Pod lupę wzięto 27 okazów z okresu kredy, odnalezionych na terenach Japonii i Kanady, a należących do wymarłych ośmiornic *Nanaimoteuthis jeletzkyi* oraz *Nanaimoteuthis haggarti*. Skamieniałości oceniano z wykorzystaniem tomografii 3D i algorytmów sztucznej inteligencji. Analizując rozmiar i ślady zużycia szczęk, badacze doszli do wniosku, że zwierzęta używały ich do miażdżenia ofiar. Preferowały korzystanie z jednej ze stron żuchwy, co wiąże się z zaawansowanym przetwarzaniem neuronalnym i wysoką inteligencją. Na podstawie rekonstrukcji cyfrowych i porównań anatomicznych ustalono, że długość ciała *N. haggarti* mogła sięgać nawet 19 m, co w połączeniu z zaawansowanymi zdolnościami poznawczymi czyniło z tych gigantów niezwykle skuteczne i przerażające drapieżniki. Odkrycie przywodzi na myśl skandynawską legendę o Krakenie – morskim potworze przypominającym kałamarnicę, który za pomocą potężnych długich ramion zatapiał nawet najokazalsze okręty. Wyniki badań opublikowano w „Science”. **(KKG)**



Wizualizacja wyglądu *Nanaimoteuthis*. Gigantyczne ośmiornice dorastały do 19 m długości.



ZDROWIE

Szkodliwy benzen

Mieszkanie w pobliżu stacji benzynowej zwiększa ryzyko nowotworów u dzieci.

Jedynie 5–10% dziecięcych nowotworów można przypisać wyłącznie czynnikom genetycznym. Kluczową rolę odgrywają czynniki środowiskowe” – mówi Stéphane Buteau z Université de Montréal, główny autor badań przeprowadzonych w kanadyjskiej prowincji Quebec, których wyniki opublikowało czasopismo „Environmental Pollution”. Naukowcy skupili się na stacjach benzynowych ze względu na emisję benzenu – substancji rakotwórczej obecnej w benzynie i ropie naftowej. Benzen uwalnia się do powietrza podczas magazynowania paliwa, tankowania pojazdów oraz rozładunku cystern. Choć jego szkodliwe działanie u dorosłych jest dobrze udokumentowane, znacznie mniej wiadomo o jego wpływie na dzieci i rozwój prenatalny.

Korzystając z danych na temat wizyt lekarskich i hospitalizacji, zespół przeanalizował stan zdrowia dzieci od momentu urodzenia, a następnie powiązał miejsce ich zamieszkania z diagnozami nowotworów. Narażenie na benzen oszacowano na podstawie trzech wskaźników: liczby stacji benzynowych w promieniu 250 m od miejsca zamieszkania dziecka w chwili jego urodzenia, odległości do najbliższej stacji oraz wskaźnika łączącego oba te czynniki. Stwierdzono wyraźną zależność: dzieci mieszkających w odległości do 250 m od stacji benzynowej dotyczyło wyższe ryzyko zachorowania na białaczkę, które rosło wraz ze zmniejszaniem się tej odległości, szczególnie poniżej 100 m. „Wyniki te pozostają istotne nawet po uwzględnieniu czynników społeczno-ekonomicznych i środowiskowych” – podkreśla Buteau. Jego zespół zasugerował wdrożenie przepisów nakazujących stosowanie przez stacje benzynowe instalacji do odzysku oparów paliwa. **(HOLD)**

Fot. Shutterstock (2), Yohei Utsuki/Department of Earth and Planetary Sciences, Hokkaido

eprasa.pl 544b0e1a55

Donosy

Ze Skidmore College w USA donosi Krzysztof Szymborski

WYSPA ŚMIECI

Prądy oceaniczne sprawiają, że śmieci wrzucane do oceanów gromadzą się z czasem w kilku miejscach, tworząc gigantyczne wyspy zbudowane głównie z tworzyw sztucznych. Największa taka plama śmieci znajduje się na Pacyfiku pomiędzy Kalifornią i Hawajami. Ma 1,6 mln km^2 (trzykrotnie więcej niż powierzchnia Francji) i zawiera 120 tys. t plastikowych odpadów. Jak wykazały nowe badania, nie stała się bynajmniej pustą wyspą, lecz została zamieszkana przez gatunki dotychczas znajdowane na lądzie lub w strefach przybrzeżnych.

JAK STAĆ POD PRYSZNICEM?

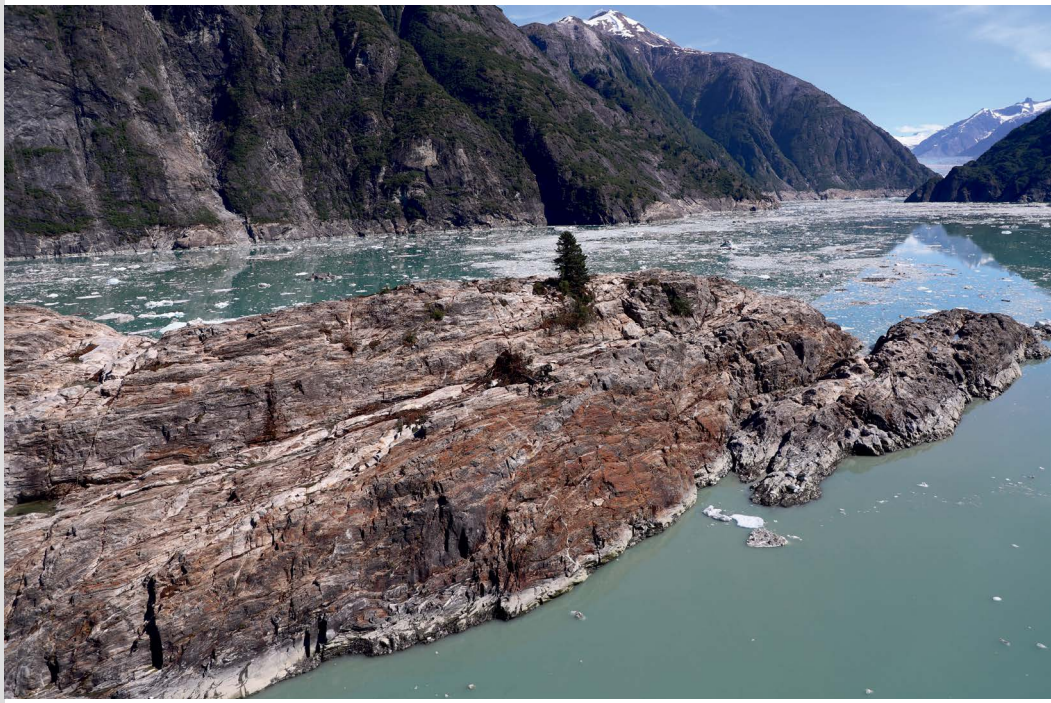
W Wielkiej Brytanii w serwisie X rozgorzała niedawno wielka debata na temat tego, czy biorąc prysznic, należy stać twarzą w kierunku głowicy, czy odwrócić się do niej plecami. W dyskusji uczestniczyło 1,8 mln ludzi, ale nie doprowadziła do zdecydowanej konkluzji. Nic dziwnego, bo badania z 2021 r. wykazały, że 44% Brytyjczyków zwraca się twarzą do prysznica, 43% staje tyłem, a 5% nigdy go nie używa. Zdania naukowców także były podzielone.

SŁODYCZ POMAGA PAMIĘTAĆ

W paryskim laboratorium Plasticité du Cerveau pod kierunkiem Thomasa Preata i Pierre'a-Ives'a Plaçais przeprowadzono eksperymenty na muszkach owocowych, które dowiodły, że spożycie słodyczy wkrótce po nauczeniu się czegoś nowego pomaga w trwałym zapamiętaniu uzyskanej informacji. Cukier bowiem aktywizuje odpowiedzialne za budowanie pamięci neurony mózgu zwane Gr43a.

POSTĘPY BATERIOLOGII

Poszukiwania odnawialnych źródeł energii doprowadziły m.in. do wyścigu w dziedzinie rozwoju nowych baterii elektrycznych, wydajniej przechowujących energię. Ostatnim postępem było opracowanie przez badaczy australijskich z Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation i University of Melbourne koncepcji „kwantowej" baterii, którą można jakoby naładować w kilka sekund.



Malowniczy fiord Tracy Arm o długości ok. 50 km znajduje się kilkadziesiąt kilometrów na południe od Juneau – stolicy Alaski.

GEOMORFOLOGIA

O krok od tragedii na Alasce

Niemal 0,5 km wysokości miało zeszłoroczne tsunami, które przetoczyło się przez tamtejszy fiord, chętnie odwiedzany przez turystów.

Zatoka Tracy Arm o długości blisko 50 km i średniej szerokości poniżej kilometra wrzyna się w kontynent północnoamerykański na terenie stanu Alaska. Na końcu fiordu znajdują się ujścia dwóch lodowców, spływających z Gór Nadbrzeżnych. Malowniczy krajobraz zatoki przyciąga wielu turystów, przypływających tu latem statkami. Według naukowców nie jest to bezpieczne miejsce, bo zbocza fiordu są niestabilne i mogą się osuwać do wody, wywołując fale tsunami.

Natura wysłała taki sygnał ostrzegawczy w zeszłym roku. W niedzielny poranek 10 sierpnia 2025 r. dziesiątki milionów metrów sześciennych skał zjechały nagle do wąskiego fiordu, generując falę, której wysokość oceniono wstępnie na 30–50 m, choć naukowcy z University of Calgary (publikacja w „Science") twierdzą, że w pobliżu czoła lodowca tsunami dotarło na wysokość 481 m n.p.m. Na szczęście do zdarzenia doszło o świcie, gdy w fiordzie nie było ludzi. Nie spodziewano się katastrofy, aczkolwiek na jakąś dobę przed zdarzeniem pojawiła się seria subtelnych trzęsień ziemi. Z kolei samo osuwisko wygenerowało wstrząs o magnitudzie 5,4, zarejestrowany z odległości tysięcy kilometrów.

Przyczyną osunięcia się ziemi była utrata stabilności przez stromy brzeg, spod którego w dwóch wcześniejszych dekadach wycofał się lodowiec. Takich wrażliwych miejsc przybywa w całym regionie, a pojawiają się tam, gdzie kiedyś lód spływał do morza, a teraz się wycofał, odsłaniając pionowe zbocza niszczone przez erozję i podmywane przez fale. W związku z ociepleniem klimatu ryzyko lokalnych megatsunami wzrosło w całej Arktyce – od Alaski i Kanady po Grenlandię, Spitsbergen i syberyjskie archipelagi. **(HOLD)**

eprasa.pl 544b0e1a55

MIKROBIOLOGIA

Wrogie przejęcie

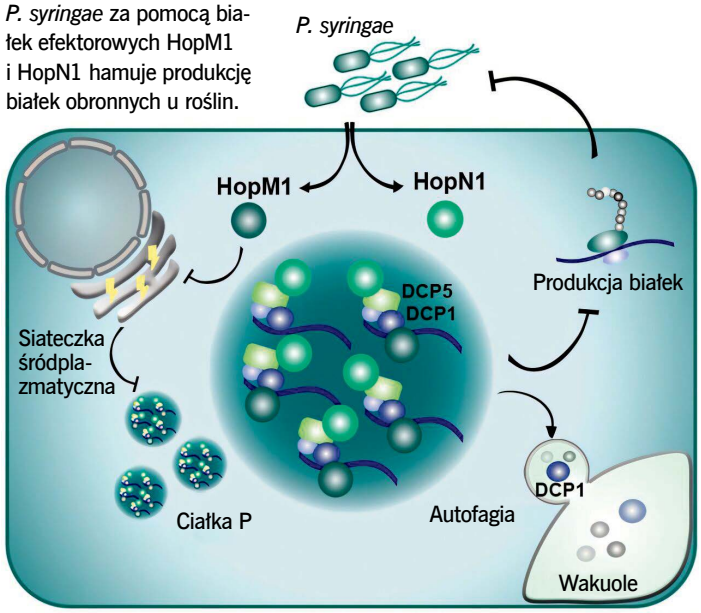
Jak patogeny przełamują odporność roślin?

Pseudomonas syringae to bakteria wyrządzająca szkody w rolnictwie i sadownictwie na całym świecie. Ma status organizmu kwarantannowego, który podlega urzędowemu zwalczaniu. Odpowiada m.in. za plamistość liści, zamieranie pędów i tzw. raki bakteryjne wielu gatunków roślin uprawnych, w tym buraków, pszenicy i drzew owocowych.

Rośliny nie dysponują tak zaawansowanym układem odpornościowym jak zwierzęta, ale wobec ataku patogenów nie pozostają bezbronne. Najeźdźcy zostają rozpoznani dzięki specyficznym receptorom, co inicjuje kaskadę reakcji chemicznych, w których efekcie zwiększa się grubość tkanek, produkowane są toksyny, a zainfekowane komórki obumierają. Wyścig zbrojeń jednak nie ustaje, a bakterie wykształcają mechanizmy mające przełamać obronę przeciwnika. Nowa strategia ataku została odkryta przez badaczy z Ruhr-Universität Bochum (Niemcy), a o szczegółach czytamy w „Science Advances". Okazało się, że *P. syringae* w pierwszym etapie inwazji hamują mechanizm obronny związany z siateczką śródplazmatyczną, czyli miejscem produkcji białek i kontroli ich jakości. Następnie za pomocą dwóch wyspecjalizowanych białek efektorowych reorganizują funkcjonowanie komórek gospodarza. Inicjują powstawanie ciałek P, które magazynują cząsteczki RNA, zatrzymując w ten sposób możliwość powstawania białek, w tym odpowiedzialnych za zwalczanie patogenów. W efekcie roślina staje się bezbronna.

P. syringae utrudnia też przebieg innych kluczowych procesów komórkowych, m.in. autofagii, która umożliwia pozbycie się zbędnych i szkodliwych elementów. Badacze mają nadzieję, że na bazie poczynionego odkrycia uda się opracować nowe sposoby zwiększania odporności roślin uprawnych na najbardziej szkodliwe patogeny. **(KKG)**

P. syringae za pomocą białek efektorowych HopM1 i HopN1 hamuje produkcję białek obronnych u roślin.



Fot. John Lyons/U.S. Geological Survey, Science Advances (2026), DOI: 10.1126/sciadv.aec4477, Shutterstock



Wokół Ziemi krąży obecnie na niskich orbitach ok. 10 tys. czynnych satelitów i co roku przybywają setki nowych. Kolejnych ponad 30 tys. satelitów to obiekty już wyłączone z eksploatacji.

KOSMOS

Orbitalny złom i Słońce

Kosmiczne śmieci szybciej opadają ku Ziemi, gdy nasza gwiazda zbliża się do maksimum jedenastoletniego cyklu aktywności.

Większość sztucznych satelitów porusza się po niskich orbitach na wysokości 400–2000 km. Gdy misja tych wehikułów dobiega końca, zaczynają tracić wysokość, aż w końcu wlatują do atmosfery, gdzie ulegają spaleniu. Niektóre z nich jednak są na tyle duże, że ich fragmenty mogą dotrzeć do Ziemi, a nawet jeśli spłoną całkowicie, pozostawią po sobie w atmosferze rozmaite zanieczyszczenia. Ponieważ ścisk na orbitach okołoziemskich jest coraz większy, takich śmieci śmigających wysoko nad naszymi głowami będzie przybywało.

Jak się okazuje, prędkość opadania orbitalnego złomu zależy od aktywności Słońca, która wykazuje jedenastoletni rytm. Badacze obserwujący losy kilkudziesięciu wyłączonych z eksploatacji satelitów zauważyli, że zwiększają one znacznie tempo opadania, gdy na Słońcu pojawi się już dwie trzecie plam (w stosunku do ich maksymalnej ilości w danym cyklu).

Zwiększenie emisji przez naszą gwiazdę promieniowania nadfioletowego i jonizującego oznacza coraz silniejsze podgrzewanie termosfery rozciągającej się w odległości 100–1000 km od Ziemi. W efekcie rośnie gęstość tej warstwy, co sprawia, że poruszający się w niej złom wyhamowuje i w rezultacie zaczyna szybciej opadać ku Ziemi. Autorzy badań opublikowanych we „Frontiers in Astronomy" podkreślają, że ich odkrycie umożliwi lepsze planowanie trajektorii satelitów, by jeszcze bardziej ograniczyć ich ryzyko zderzenia z kosmicznym złomem. **(HOLD)**

eprasa.pl 544b0e1a55

Donosy

SZOPY CHCĄ SIĘ BAWIĆ

Jak twierdzą Hannah Griebling i jej współpracownicy z kanadyjskiego University of British Columbia, szopy pracze rozwiązują zagadki nawet wtedy, gdy ich sukces nie zostanie w żaden sposób nagrodzony. Robią to dla czystej rozrywki.

SZTUCZNE KŁAMSTWO

Jak wykazali badacze ze Stanford University, sztuczna inteligencja jest wystarczająco inteligentna, by zdawać sobie sprawę z tego, że zadowolenie klientów korzystających z jej usług wzrasta, gdy przedstawione im opinie są zbliżone do ich poglądów. W konsekwencji chatboty mają tendencję do schlebiania pytającemu, a zatem rzadko bywają bezstronne.

BŁYSKAWICZNA DECYZJA

Ile czasu potrzeba, by nasz mózg zdecydował, czy lubi nowo poznaną osobę? Dzięki rejestracji sygnałów elektroencefalograficznych ustalono, że sympatia do nieznajomego pojawia się (jeśli w ogóle) już po 0,15–0,2 s od pierwszego kontaktu. Szybkość tej reakcji próbuje się wyjaśnić jako odruchową decyzję przodomózgowia, opartą w dużej mierze na odczytaniu języka ciała, wyrazu twarzy, a także symetrii rysów.

RZADKI PROBLEM SĄDOWY

W Anglii zdarzył się dość niecodzienny przypadek, kiedy sąd nie mógł ustalić ojcostwa noworodka pomimo posiadania pełnej informacji na temat DNA dwóch kandydatów. Okazali się oni identycznymi bliźniakami i obaj mieli sposobność zapłodnienia wchodzącej w grę kobiety w odstępie czterech dni. Sąd okazał się bezradny.

NAJDŁUŻSZE LUDZKIE RZĘSY

Jak donosi kenijski cyfrowy dziennik „The Nairobian", światowy rekord w długości rzęs należy do Chinki z Szanghaju imieniem You Jianxia. Rzęsy jej trafiły po raz pierwszy do „Księgi rekordów Guinnessa" w 2021 r., kiedy miały 12,4 cm długości. Od tego czasu nieprzerwanie rosły i ostatnie pomiary wykazały, że sięgają już 20,5 cm. You nazywa je darem Buddy.

PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY

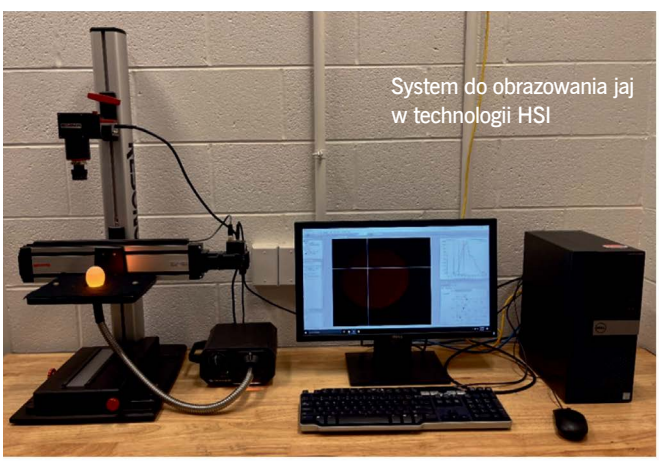
AI w kurniku

Poprawi dobrostan zwierząt?

Sztuczna inteligencja coraz śmielej wkracza na pola uprawne i do gospodarstw rolnych, rewolucjonizując sposoby produkcji żywności na całym świecie, w tym produkcję jaj. Ponieważ powodzenie wykluwania się piskląt zależy od panujących w wylęgarni warunków (już niewielkie odstępstwo od normy zwiększa śmiertelność zarodków), należy je ściśle kontrolować. Konieczne są m.in. rygorystyczne procedury higieniczne zapobiegające szerzeniu się chorób zakaźnych.

Nie każde zapłodnione jajo nadaje się do inkubacji, a wcześniejsza identyfikacja takich sztuk pomogłaby zmniejszyć koszty i zwiększyć wydajność procesu produkcyjnego. Co więcej, wskaźniki śmiertelności zarodków mogą przekraczać 10%, a martwe bywają źródłem niebezpiecznych bakterii. Kolejnym problemem natury ekonomicznej, ale i etycznej w przemyśle jajczarskim są koguty, które nie znoszą jaj, a do tego nie rosną tak szybko jak brojlery, więc nie nadają się do produkcji mięsa. W efekcie na świecie rocznie zabija się ok. 7 mld jednodniowych kurcząt płci męskiej (najczęściej przez zagazowanie lub rozdrabnianie mechaniczne – maceratorę). Warto podkreślić, że UE podejmuje usilne działania zmierzające do ograniczenia tego procederu, a do proponowanych metod alternatywnych należą określanie płci przed wykluciem i wybór ras, których samce mogą być hodowane w celu produkcji mięsa. Całkowity zakaz uboju jednodniowych piskląt wprowadziły już Niemcy i Francja.

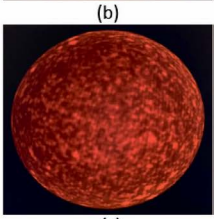
Prześwietlanie jaj silnym światłem, znane jako owoskopia, pozwala ocenić jakość skorupy i rozwój zarodka, ale jest niezwykle czasochłonne. Wobec tego kluczowe staje się opracowanie nieinwazyjnych i szybkich metod oceny jaj, które mogłyby zwiększyć wydajność i bezpieczeństwo produkcji oraz dobrostan zwierząt. Jedną z nich zaproponował ostatnio zespół z University of Illinois Urbana-Champaign, który do oceny kondycji jaj wykorzystał spektroskopię bliskiej podczerwieni (NIR, ocenia skład chemiczny), kamery hiperspektralne (HSI, dostarczają informacji molekularnych) oraz algorytmy AI. Wyniki opublikowano w „British Poultry Science". W ramach badań wykonano nieinwazyjne skany 300 kurzych jaj. Na bazie uzyskanych obrazów referencyjnych opracowano algorytm uczenia maszynowego, który precyzyjnie oceniał najważniejsze parametry produkcyjne. W ostatnim dniu eksperymentu identyfikował jaja z martwymi zarodkami ze skutecznością sięgającą 97%. Płeć już w pierwszym dniu inkubacji oceniał z dokładnością 75%. Algorytm może też zweryfikować wytrzymałość i grubość skorupy oraz stosunek żółtka do białka. Badacze podkreślają, że wdrożenie opracowanej przez nich technologii przez przemysł drobiarski wymaga wcześniejszej automatyzacji, np. przy użyciu robota, który mógłby sortować jaja w zależności od płci czy żywotności. **(KKG)**


System do obrazowania jaj w technologii HSI

(a)



(b)



(c)

Fot. Food Control (2025). DOI: 10.1016/j.foodcont.2025.111233

eprasa.pl 544b0e1a55

Tsakali – na tropie tajemnic starotybetańskiej religii

Służyły do rytuałów, wyznaczały granice świętej przestrzeni oraz pomagały przy medytacji. To jednak nie wszystko. Karty *tsakali* to szansa na odkrycie nieznanej w Europie tradycji.

Bon to dawna religia, obecna w Tybecie jeszcze przed upowszechnieniem się buddyzmu. Właśnie z niej wywodzą się, do dziś wykorzystywane, rytualne karty *tsakali*.

Taką kolekcję kart postanowił zbadać międzynarodowy zespół naukowców współtworzony przez badaczy m.in. z Uniwersytetu Warszawskiego, Hamburskiego oraz francuskiej École Pratique des Hautes Études. Efekt stanowi monografia „The Zhangzhung Nyengyü 'Tsakalis': A Cross-Disciplinary Analysis" *.

Czym są karty *tsakali*?

Słowo *„Tsakali"* bywa interpretowane jako „miniaturowy obraz", jak i „karta inicjacyjna". Z jednej strony dzieło sztuki, z drugiej – święty przedmiot. Najstarsze zachowane zabytki tego typu pochodzą już z XIII w.

– *Można porównać je do kart Tarota, które jednak służą głównie do wróżenia, a jedynie sporadycznie do samopoznania i medytacji. Jeżeli szukać analogii do funkcji rytualnych, można wymienić obrazki święte i przedmioty liturgiczne. W sztuce zaś najbliższym odpowiednikiem mogłyby być ikony* – mówi dr hab. Agnieszka Helman-Ważny, prof. ucz., z Wydziału Dziennikarstwa, Informacji i Bibliologii UW.



Fot. A. Helman-Ważny

Karty tsakali, należące do systemu wierzeń Zhangzhung Nyengyü.

Badacze analizowali symbolikę i funkcje kart, widniejące na nich inskrypcje, imiona i inne nazwy własne, tybetańskie cyfry, jak i techniki wykonania, papier, tusz oraz farby.

Pełna talia metodologii

Badany zestaw to 65 kart, które tybetolog Charles Ramble otrzymał od Lopona Tenzina Namdaka Rinpoche – tybetańskiego mistrza duchowego religii Bon.

W tej talii dominują czerwone tła i złote wykończenia, co wpisuje się w estetykę sztuki tybetańskiej, w której czerwień bywa wiązana z siłą życiową oraz mocą rytualną pozwalającą na duchową transformację, a złoto podkreśla sakralny i prestiżowy charakter przedstawień.

Karty łączą rzemiosło, sztukę słowa oraz obrazu – na stronach *recto* znajdują się iluminowane przedstawienia bóstw, świętych osób lub rytualnych przedmiotów, zaś na stronach *verso* zapisane są inwokacje, mantry lub formuły magiczne.

Badacze wyszli od analiz z zakresu historii kultury i sztuki. Następnie skupili się na samej materialności zabytku.

– *Kluczowe okazało się zachowanie odpowiedniej kolejności stosowania poszczególnych metod. Niektóre z nich, takie jak obrazowanie wielospektralne (MSI), wskazywały kierunek dalszych badań – na przykład analiz XRF czy spektroskopii Ramana. Dzięki nim dowiedzieliśmy się, w których miejscach użyto tych samych pigmentów, co umożliwiło precyzyjną i całościową identyfikację farb oraz technik malarskich. Obrazowanie w podczerwieni ujawniło ukryty pod warstwą farby system oznaczeń kolorów – rodzaj instrukcji, która wskazywała, które obszary miały być pomalowane danym kolorem. Zwróciło także uwagę na różnice w strukturze papieru poszczególnych kart, co pozwoliło odkryć zróżnicowanie technologiczne w produkcji użytego papieru. Na tej podstawie ustaliliśmy, że karty były przygotowywane w różnych okresach, co później potwierdziły badania radiowęglowe oraz analiza z zakresu historii sztuki* – wyjaśnia badaczka.

Awers i rewers historii Tybetu

Rytuały inicjacyjne z użyciem *tsakali* miały i mają do dziś konkretny, ale też indywidualny przebieg. Np.: uczeń siadał przed mistrzem, a nauczyciel pokazywał kolejne karty przedstawiające bóstwa lub mistrzów danej linii przekazu. Potem prezentował adeptowi stronę z iluminacją i odczytywał zapisane na odwrocie modlitwy lub formuły.

Uczestnik rytuału miał nie tylko patrzeć, lecz także wyobrażać sobie daną postać, by móc być obdarzonym jej cechami lub osiągnięciami oraz błogosławieństwem. Wreszcie – mistrz dotykał głowy adepta plikiem kart, potwierdzając akt przekazu. *Tsakali* działały więc jako rytualna podpora – porządkując etapy ceremonii, prowadząc wizualizację i wspierając akt przekazu duchowego. Do dziś przechowują też pamięć o kolejnych ogniwach duchowej tradycji. To jednak nie wszystko.

– *Oprócz aspektu niematerialnego, karty* tsakali *dostarczają także informacji o kulturze materialnej: o technikach wytwarzania zabytków na podłożu papierowym, rodzajach materiałów stosowanych w sztuce i piśmiennictwie, kanonach malarstwa, kaligrafii oraz dbałości o detale. Bez naszych badań wiele z tych informacji pozostałoby nieznanych. Karty tsakali stanowią swoisty łącznik między przeszłością a teraźniejszością, pokazując, jak tradycja, sztuka i duchowość splatały się w życiu dawnych Tybetańczyków* – podsumowuje prof. Agnieszka Helman-Ważny.

UNIWERSYTET WARSZAWSKI | SERWIS NAUKOWY

Artykuł jest częścią cyklu poświęconego badaniom realizowanym na Uniwersytecie Warszawskim.

* Książka w otwartym dostępie znajduje się tutaj: https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/9783111623214/html#contents)

eprasa.pl 544b0e1a55



Scena z końcówki epoki lodowcowej w Eurazji: przedstawiciele rodzaju *Homotherium* (ok. 190 kg) polują na samicę jelenia olbrzymiego (ponad 2 m w kłębie).

EKOLOGIA

Gdy dużych zabrakło na świecie

Ekosystemy lądowe Ameryki Północnej i Eurazji do dziś odczuwają skutki zniknięcia megafauny plejstoceńskiej.

Druga połowa ostatniego zlodowacenia była okresem masowego wymierania dużych gatunków zwierząt, w szczególności o masie od tony w górę. Kryzys wymierania trwał aż do początków obecnej epoki holocenu i ogarnął cały glob. Trwa debata, czy odpowiada za to przyspieszona zmiana klimatu, czy człowiek, a może oba te czynniki. Konsekwencje tego procesu są widoczne w ekosystemach do dziś, przy czym w niektórych regionach znacznie wyraźniej. Zaburzył on sieci troficzne (czyli powiązania, co kogo zjada) i wywołał efekt domina. Gdy zniknęły drapieżniki, ich ofiary mogły rozmnażać się do woli. A zniknięcie pewnych ofiar oznaczało redukcję populacji drapieżników (dotyczyło to np. wielkich jeleni w Ameryce Południowej i tygrysów szablozębnych).

Zespół z Michigan State University prześledził relacje drapieżnik–ofiara w 389 miejscach w zwrotnikowych i podzwrotnikowych regionach Azji, Afryki i obu Ameryk (publikacja w „PNAS"). Jego analiza objęła 440 gatunków ssaków, w tym niedźwiedzie, wilki, słonie i lwy. Wynika z niej, że największe przetasowania nastąpiły w Nowym Świecie, co samo w sobie nie jest zaskoczeniem, bo to właśnie amerykańska megafauna doznała największych strat. W ciągu 50 tys. lat ubyły ¾ gatunków powyżej 45 kg. Mocno odczuły to niższe poziomy troficzne tworzące łańcuch pokarmowy. Neotropikalne sieci pokarmowe w porównaniu z afrotropikalnymi charakteryzują się teraz obecnością mniejszych drapieżników, mniejszą ich powszechnością i mniejszą dostępnością gatunków ofiar. **(HOLD)**

BIOTECHNOLOGIA

Fabryka komórek odpornościowych

Nowatorska metoda pozwala uzyskać miliony z nich w zaledwie tydzień.

Makrofagi odgrywają kluczową rolę w odpowiedzi immunologicznej i naprawie tkanek. Wykorzystywano je głównie w badaniach laboratoryjnych. Z uwagi na ich możliwości terapeutyczne, m.in. w leczeniu chorób wątroby, nowotworów czy chorób neurodegeneracyjnych, stały się przedmiotem badań przedklinicznych i klinicznych. Uważa się, że największy potencjał mają makrofagi pochodzące z tzw. indukowanych pluripotentnych komórek macierzystych (iPSC), czyli komórek somatycznych, których zegar biologiczny cofnięto za pomocą metod inżynierii genetycznej. Dzięki zastosowaniu odpowiednich związków chemicznych mogą różnicować się w niemal każdy rodzaj komórek organizmu.

Zapotrzebowanie na komórki oznaczało konieczność opracowania nowego systemu hodowli, który umożliwiłby ich pozyskanie w odpowiednio dużej ilości. Zajęli się tym badacze z Hanoweru, a o szczegółach technologii czytamy w „Nature Protocols". Opracowali oni bioreaktor średniej wielkości, składający się z czterech naczyń o pojemności 50 ml, w których temperatura, poziom dwutlenku węgla i pH są stale monitorowane. Hodowane iPSC już po 2 tyg. tworzą trójwymiarowe organoidy (odtwarzające strukturę, skład komórkowy oraz funkcje szpiku kostnego) zdolne do produkcji funkcjonalnych makrofagów. Każdy bioreaktor dostarcza ich ok. 40 mln tygodniowo i w sposób ciągły pracuje ponad 2 mies. **(KKG)**



Opracowany przez badaczy bioreaktor będzie można wykorzystać np. w immunoterapii czy medycynie regeneracyjnej.

Fot. Karin Kaiser/MHH, SPL/Indigo, Shutterstock

eprasa.pl 544b0e1a55



Szczypce i żądła skorpionów (na zdj. zwierzę oświetlone UV) wzmocnione są metalami, m.in. żelazem i manganem.

ZOOLOGIA

Metalowa zbroja skorpionów

Umożliwia skuteczne polowanie i szybkie uśmiercenie ofiary.

Przodkowie pajęczaków pojawili się na Ziemi ponad 400 mln lat temu, co czyni te zwierzęta jednymi z najstarszych drapieżników lądowych. W ciągu lat zmieniły się nieznacznie, zyskując miano żywych skamieniałości. Początkowo zasiedlały morza, a później przystosowały się do życia na lądzie, kolonizując zróżnicowane środowiska. Dziś skorpiony występują głównie na pustyniach, sawannach i w lasach tropikalnych.

W toku ewolucji wykształciły dwa rodzaje śmiercionośnej i precyzyjnej broni, za której sprawą, pomimo swych niewielkich rozmiarów, są niezwykle skutecznymi łowcami. Schwytanie, a nawet zmiażdżenie ofiary umożliwiają im szczypce, czyli przekształcone i wyspecjalizowane odnóża. Gatunki z niezbyt okazałymi szczypcami wykorzystują do polowań zlokalizowane na końcu odwłoka żądło, które służy do wstrzyknięcia do ciała ofiary jadu. Zwierzęta precyzyjnie regulują jego dawkę, bo produkcja takiej broni jest niezwykle kosztowna energetycznie. Teraz nieco bliżej śmiercionośnemu arsenałowi skorpionów przyjrzeli się badacze z Muzeum Historii Naturalnej w Waszyngtonie. O szczegółach czytamy w „Journal of the Royal Society Interface".

Pod lupę wzięto 18 gatunków. Ich szczypce oraz żądła poddano analizom z wykorzystaniem wysokorozdzielczej mikroskopii elektronowej i zaawansowanych technik rentgenowskich. Okazało się, że do wzmocnienia swojej broni skorpiony wykorzystują głównie metale, przede wszystkim cynk, żelazo i mangan, ale odnotowano również obecność miedzi, tytanu i niklu. Ich rozmieszczenie zależy od strategii łowieckiej, np. u gatunków polegających głównie na szczypcach ilość metali w żądle jest ograniczona. Specyficzne wzmocnienie z cynku występuje głównie wzdłuż krawędzi tnącej szczypiec i na końcowej części żądła. W kolcu jadowym zidentyfikowano także tworzący dodatkową warstwę ochronną mangan.

Pancerz większości gatunków skorpionów wykazuje fluorescencję, ale zjawisko to nie dotyczy tylko części wzbogaconych metalami. Na razie źródło tych wzmacniających elementów konstrukcyjnych pozostaje nieznane, lecz badacze spekulują, że mogą pochodzić z ciał ofiar. Skorpiony nie są jedynymi zwierzętami wykorzystującymi metale do umocnienia swoich tkanek. Z biologicznego kompozytu korzystają też mrówki, morskie pierścienice, pająki i niektóre ryby. **(KKG)**

REKLAMA



Tu zaczyna się kosmos

Wystarczy podnieść głowę, żeby znaleźć się poza Ziemią. Bez rakiety, bez skafandra, bez odliczania. Planetarium Centrum Nauki Kopernik, które właśnie świętuje swoje 15. urodziny, przenosi widza w sam środek kosmosu, który na co dzień pozostaje poza zasięgiem ludzkich zmysłów. Tu można „polecieć" na skraj galaktyki, zajrzeć do wnętrza gwiazdy i zobaczyć Ziemię z kosmicznej perspektywy.

Kopuła nad widownią nie jest ekranem w tradycyjnym rozumieniu. Gdy zaczyna się seans, praktycznie o niej zapominamy – całą uwagę przykuwa niebo, jakiego nie da się zobaczyć nigdzie indziej. Przed oczami pojawiają się jednocześnie tysiące gwiazd, o rzeczywistej jasności i barwach. Widzowie śledzą ich układy, gwiazdozbiory, ale też znacznie subtelniejsze struktury jak pas Drogi Mlecznej. Obraz jest tak szczegółowy, że przekracza możliwości ludzkiego wzroku – żeby w pełni docenić bogactwo gwiazd, warto zabrać na seans lornetkę.

Planetarium w Koperniku łączy aż dwa systemy projekcyjne: jeden pozwala odtwarzać nocne niebo z niezwykłą precyzją, a drugi wykorzystywany jest do tworzenia wizualizacji. Prowadzący pokazy może zabrać całą widownię w podróż do dalekich gwiazd, księżyców Jowisza czy czarnych dziur, korzystając z precyzyjnych modeli 3D tych obiektów. Ekscytujące doświadczenia gwarantują także przeloty wśród asteroid oraz trójwymiarowe deszcze meteorów. Spoglądając na Ziemię z kosmosu, widzowie mają do czynienia z bardzo dokładnym modelem naszej planety. Po „wylądowaniu" mogą rozpoznać topografię miasta, a także cieszyć oko realistycznymi i trójwymiarowymi zjawiskami pogodowymi, takimi jak chmury, opady śniegu, rzęsiste deszcze.

W repertuarze filmowym znajduje się kilkanaście propozycji dla różnych grup wiekowych. Najmłodsi widzowie wyruszają w podróże po kosmosie razem z animowanymi postaciami. W trakcie tych wypraw uczą się rozpoznawać planety Układu Sło-





necznego, dowiadują się, dlaczego na Ziemi mamy dzień i noc oraz skąd biorą się pory roku. Filmy dla starszej publiczności pokazują złożone zjawiska i łączą je z aktualną wiedzą naukową. Widzowie mogą np. prześledzić ewolucję Wszechświata, zajrzeć do wnętrza czarnej dziury, obserwować przebieg znanych misji kosmicznych.

Wyjątkowe możliwości technologiczne wykorzystywane są nie tylko podczas standardowych seansów. Planetarium wyposażone jest także w system do pokazów laserowych, używanych podczas koncertów i wydarzeń specjalnych. W piątki wieczorem kopuła zmienia się w przestrzeń koncertową, a występom artystów towarzyszą wizualizacje. Repertuar obejmuje koncerty muzyki klasycznej, elektronicznej, jazzowej. Spokojne fragmenty muzyczne współgrają z powolnym ruchem gwiazd, bardziej intensywne – z dynamicznymi przelotami przez galaktyki czy świetlnymi strukturami przypominającymi mgławice. To jedno z niewielu miejsc w Polsce, gdzie koncert staje się doświadczeniem angażującym nie tylko słuch, ale też wzrok i wyobraźnię.

Raz w miesiącu w Planetarium goszczą naukowcy i naukowczynie w ramach cyklu „Prosto z nieba". Każde spotkanie skupia się na jednym temacie, często bardzo aktualnym i opartym na realnych projektach badawczych. Rozmowa potrafi skręcić w nieoczywistym kierunku – od jednego pytania o Marsa do dyskusji o możliwościach kolonizacji, od wątku klimatu do metod datowania skał.

Planetarium Centrum Nauki Kopernik jest wyjątkowe, bo łączy trzy rzeczy – zaawansowaną technologię, autorskie treści i immersyjne doświadczenie. Nie oglądasz tu pokazu. Bierzesz w nim udział.



prasa.pl/54b0c1a55



Samiec *Nephila clavipes* (rodzina prządkowatych) jest wielokrotnie mniejszy od samicy.

SEKSUALNE EKSCESY PAJĄKÓW

eprasa.pl 544b0e1a55



Samice australijskiego gatunku *Latrodectus hasselti* zjadają samca podczas kopulacji.

Czyli fantazje, perwersje, oszustwa, fatalne zauroczenie, okrucieństwa, a nawet morderstwa.

MAREK ŻABKA

MYŚL, że zwierzęta tak „prymitywne” mogłyby przejawiać skomplikowane seksualne rytuały, nawet nie przychodzi nam do głowy. Ich seks bywa postrzegany jako mechaniczny transfer plemników, a więc czynność beznamiętna, pozbawiona behawioralnej i emocjonalnej otoczki. Tymczasem pająki mają swoją sztukę kochania. Z fantazjami, perwersjami, oszustwami, fatalnym zauroczeniem, okrucieństwem, a nawet morderstwami. W ostatnich dekadach pajęcza seksualność jest przedmiotem intensywnych badań, dzięki czemu dawne zwyczajne obserwacje wzbogacono o najnowsze metody analizy z zakresu neurobiologii, anatomii, genetyki, biologii molekularnej, a także wyrafinowane techniki obrazowania. Spektakularne wyniki tych doświadczeń publikowane są w najlepszych czasopismach. Zmienił się też status badaczy pajęczego seksu, którzy urastają do rangi naukowych celebrytów. To ich wykłady mają na kongresach największe wzięcie, udzielają wywiadów, zapraszani są do telewizji albo prezentują swe spostrzeżenia w sieci. Opowiadają z tak wielką pasją, że ma się wrażenie ich osobistego uczestnictwa w pajęczych igraszkach i swawolach.

PODRYW NA CHATĘ

Podobnie jak u większości zwierząt wstępnym etapem intymnych relacji są u pająków zaloty. Każdy gatunek ma swój repertuar, a celem staje się rozpoznanie partnerów, ocena walorów i zamiarów oraz złagodzenie agresji. Jedne osobniki zachwycają barwami i owłosieniem, mają cudne oczy, a ich „twarze” zdobią rozmaite „grzywki”, „brwi”, „rzęsy”, „brody” i „wąsy”, zapewne dodające powabu i dostojeństwa, a nawet znamionujące bystrość i inteligencję. Inne tańczą tango, twista albo breakdance, bębnią o podłoże, pocierają o siebie chropowate powierzchnie, szarpią nici przędzy lub komunikują się poprzez feromony. Zdarza się nawet, że samce przynoszą prezenty, oferują odżywczą spermę albo wydzielinę głowotułowiowych gruczołów. Są wreszcie i takie, które w podzięce za seks zostawiają samicy własną norę. Można śmiało powiedzieć, że podrywają na chatę.

Jak pisze amerykański autor John Gray, mężczyźni są z Marsa, a kobiety z Wenus, co oznacza odmienną naturę, wrażliwość i priorytety. Słynna badaczka Lynn Margulis idzie jeszcze dalej: uważa mianowicie, że sytuacja, w której plemniki wykorzystują komórki jajowe do reprodukcji własnych genów, to klasyczny przykład samczego pasożytnictwa. Jest w tym spora przesada, ale rzeczywiście płci realizują swe rozrodcze strategie w sposób odmienny i egoistyczny, a to może prowadzić do ostrego konfliktu. Jego najbardziej skrajną manifestacją jest kanibalizm seksualny. Polega na tym,



Samiec i samica skakuna (Salticidae) podczas zalotów

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl 544b0e1a55



U gatunków z rodzaju *Metellina* obserwujemy relacje sadomaso.

że przed kopulacją, w jej trakcie lub po niej samica zabija i zjada partnera. Zjawisko stwierdzono m.in. u węży, skorupiaków, modliszek, ślimaków i skorpionów, ale to u pająków zyskało symboliczny wymiar, a pajęcze *femme fatale* stały się wręcz bohaterkami popkultury i znalazły ludzkie naśladowczynie.

KANIBALIZM SEKSUALNY

U pająków nasila się wraz ze wzrostem dysproporcji w rozmiarach ciała, a ta ma związek z kosztami produkcji gamet. Komórki jajowe zawierają dużo żółtka i są cennym zasobem, więc ich wytworzenie wymaga solidnej metabolicznej fabryki, którą trzeba gdzieś pomieścić. Plemniki żółtka nie zawierają i nawet samce karłowate mogą produkować ich tysiące. Dymorfizm szczególnie widać u pająków sieciowych, np. u niektórych krzyżakowatych samce są nawet stukrotnie lżejsze od samic, co samo w sobie zachęca do ataku. U gatunków społecznych rola samców ogranicza się do dawców spermy, więc kanibalizm zmniejsza liczbę „społecznych nierobów" do niezbędnego reprodukcyjnego minimum.

Wreszcie najważniejsze: kanibalizm może być elementem strategii rozrodczej samicy, która dokonuje wyboru samców najlepszego sortu: jednych zjada, pozyskując kalorie i budulec, a od innych otrzymuje plemniki i w ten sposób zapewnia większą genetyczną różnorodność potomstwa. Częściej zabijane są samce spokrewnione, co redukuje ryzyko depresji wsobnej. Zapewne towarzyszy temu jakiś mechanizm rozpoznawczy, ale jego istoty ciągle nie znamy. Oczywiście, samce „starają" się kanibalizmu uniknąć, więc stosują rozmaite sztuczki. Kopulują w pośpiechu i uciekają na bezpieczną odległość. Robią to, gdy samica zajęta jest jedzeniem lub w trakcie linienia. Pozostawiają w otworze samicy ułamany, ale wciąż pompujący spermę organ kopulacyjny. Unieruchamiają samicę przędzą, zakleszczają jej szczękoczułki w miłosnym uścisku albo w pocałunku. Poklepują samicę po odwłoku, podgryzają, wydzielają uspokajające feromony albo wprawiają sieci w wibrację, wprowadzając partnerkę w stan błogiego letargu. Wręczają prezenty.

Śmierć samca przed kopulacją jest jego ostateczną klęską, ale w jej trakcie lub po niej może być nawet elementem jego rozrodczej strategii. Np. u *Latrodectus hasselti* (australijski krewniak czarnej wdowy) i u rodzaju *Hyptiotes* samce wręcz podsuwają odwłok „pod nos" samicy i prowokują atak. Samobójstwo ma głęboki sens: żywot samca i tak dobiega kresu, jego zwłoki stają się dla samicy porcją białka i kalorii, poprawia się jej dobrostan i liczba wyprodukowanych jaj, a więc rośnie i szansa na wykorzystanie większej liczby plemników. Można rzec, że śmierć jest ostatnią ojcowską inwestycją we własne potomstwo.



Samica skakuna z rodzaju *Pseudicius*

Fot. Marek Żabka, Alamy/Indigo (3), Shutterstock (2)

eprasa.pl 544b0e1a55



Pająk z rodziny pogońcowatych



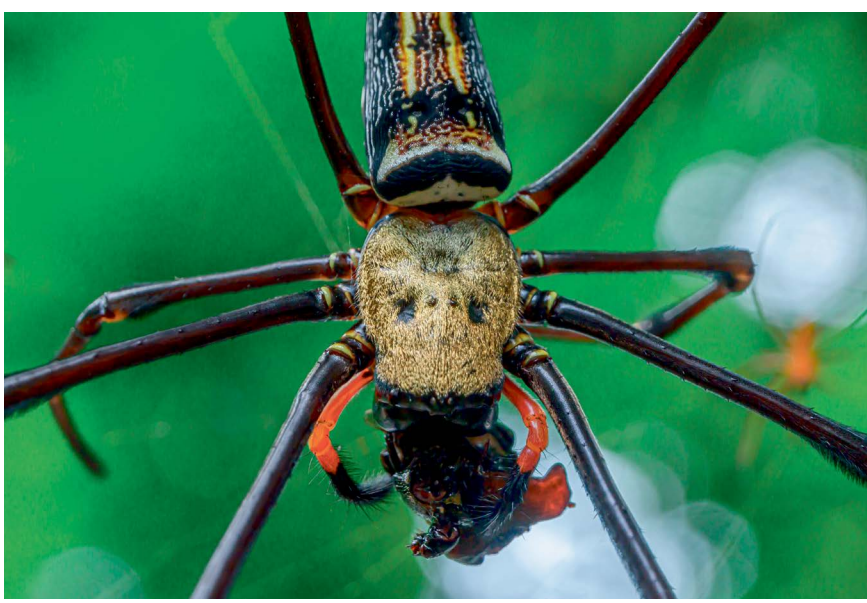
Portret samicy *Parasteatoda tepidariorum*. Gatunek występuje m.in. w Europie. Może boleśnie ugryźć.

U pająków znane jest też zjawisko kanibalizmu odwróconego. Tu zabójcami są samce. Jak się można spodziewać, dymorfizm rozmiarów ciała zaznacza się słabo, aczkolwiek samce bywają większe. Z punktu widzenia reprodukcyjnego sukcesu samca zabójstwo samicy wydaje się pozbawione sensu, ale okazuje się, że ofiarami częściej padają samice starsze, o mniejszym potencjale reprodukcyjnym, albo „damy" po przejściach. Ich śmierć zwiększa proporcje dziewic w populacji, a samcom daje większe szanse pierwszeństwa i na ojcostwo.

MIŁOSNE ZBLIŻENIE

Finałem pajęczych zalotów jest kopulacja. Zwykle służy do tego penis, ale pająki go nie mają. Ich narządy kopulacyjne znajdują się na nogogłaszczkach, a na dodatek nie są połączone z układem rozrodczym. Aby je napełnić, samce budują niewielkie hamakowate sieci, nogami masturbują okolice otworów płciowych, składają krople spermy, zasysają je na podobieństwo strzykawki i ruszają na miłosne podboje. Na widok samicy samiec dostaje głupawki: przebiera nogami, skrada się, czai, podryguje, podszczypuje i krąży. Wskutek podniecenia wzrasta u niego ciśnienie krwi, następuje erekcja narządów kopulacyjnych, ich zakotwiczenie w płytce płciowej i ejakulacja. Co ważne, ejakulat to nie tylko plemniki. Zawarte w nim hormony stymulują owulację, a przeciwciała mogą eliminować plemniki innych samców.

Każdy gatunek ma indywidualny wzorzec „pozycji". Raz na wierzchu on, innym razem ona, model 69, do góry nogami albo inne wygibasy. Niejeden seksuolog mógłby się zdziwić! Czas trwania intymnego aktu zależy od gatunku. Absolutny 15-godzinny rekord dzierży afrykański skakun z rodzaju *Pseudicius*. Na biegunie przeciwnym są kilkunastosekundowi sprinterzy, np. spotykane i u nas *Parasteatoda lunata* i *P. tepidariorum*. Długotrwała kopulacja umożliwia transfer większej liczby plemników, ale zwiększa też ryzyko kanibalizmu, ataku drapieżników czy parazytoidów oraz wenerycznej infekcji.



Prządka olbrzymia (*Nephila pilipes*) występuje w tropikach Azji i Australii.



Samice darownika przedziwnego (*Pisaura mirabilis*) opiekują się kokonami, nosząc je w szczękoczułkach.

eprasa.pl 544b0e1a55



Samiec kwietnika (*Misumena vatia*) siedzi na grzbiecie samicy i czeka na okazję do kopulacji.

HOMOSEKSUALIZM, PEDOFILIA, GWAŁT

Cechą pajęczej seksualności są rozmaite eksperymenty. Jednym z przykładów jest męski homoseksualizm. Na ogół zdarza się przez pomyłkę, gdy z racji wcześniejszych igraszek samiec pachnie żeńskimi feromonami albo gdy dymorfizm płciowy jest słabo zaznaczony. U jednego z afrykańskich skakunów zaobserwowano też pary samic zamieszkujących wspólne oprzędy. Na medialny użytek okrzyknięto je pajęczymi lesbijkami, ale dowodów ich intymnych relacji brak.

Innym przykładem jest pedofilia. U australijskiego skakuna *Opisthoncus sexmaculatus* samce molestują osobniki młodociane, ale i tu mamy do czynienia z pomyłką. Młode po prostu łudząco przypominają dojrzałe samice, więc stają się obiektem samczego zainteresowania. U *Latrodectus hasselti* o pomyłce nie ma mowy. Tu samce celowo napastują niedojrzałe samice. To nic, że ich płytki płciowe są jeszcze osłonięte oskórkiem. Samce skutecznie przebijają tę przeszkodę i korzystają z prawa priorytetu (*sperm priority*). Mimo bolesnych doznań wygląda na to, że korzystają również dziewice, bo pozyskują plemniki szybciej niż inne samice.

Samce i samice pająków kopulują z licznymi partnerami, ale robią to w różnym czasie. U *Rabidosa punctulata* mamy do czynienia z „miłosnym trójkątem": samica kopuluje z dwoma samcami naraz! Korzyści odnosi cała trójka: ona pozyskuje różnorodne plemniki, ten pierwszy korzysta z prawa priorytetu, a drugi „podwiesza" się i wykorzystuje okazję: nie musi się trudzić zalotami, a dodatkowo minimalizuje ryzyko kanibalistycznego ataku. U gatunków z rodzaju *Xysticus* i *Metellina* obserwujemy typowe relacje sadomaso! Samce unieruchamiają partnerki przędzą, oblekają je w rodzaj welonu ślubnego, a u *Nephila maculata* i *Pisaura mirabilis* dodatkowo pętają nogi. Z racji większych rozmiarów samice mogłyby się z łatwością uwolnić i pogonić samca, a nawet go zjeść. Nie robią tego, bo przemoc zachęca je do seksu i stymuluje owulację, a i przędza zawiera hormon o psychotropowych właściwościach.

Absolutnym kuriozum jest pająk o znamiennej nazwie *Harpactea sadistica*. Tu samiec dopada samicę, sztyletowatym narządem przebija jej odwłok i wprowadza plemniki wprost do jamy ciała. Sadystyczny i bolesny gwałt w najczystszej postaci! Ponieważ typowej kopulacji brak, płytka płciowa samicy uległa regresji, a samczy narząd zredukował się do zbiornika spermy i sztyletowatej „strzykawki". Korzyści odnosi



Para kopulujących skakunów z gatunku *Phidippus regius*

eprasa.pl 544b0e1a55



Samice pająka *Physocyclus globosus* opiekują się jajami.

wyłącznie samiec: nie traci czasu i energii na zaloty, a plemniki wraz z krwią trafiają do komórek jajowych i nie muszą konkurować z innymi. Z punktu widzenia samicy zalety tego procesu trudno dostrzec. Przeciwnie: uszkodzone powłoki ciała stają się wrotami infekcji, a białka zawarte w spermie mogą wywołać reakcję immunologiczną i śmierć. To, że dobór naturalny nie eliminuje takich ekscesów, dowodzi, iż ogólny bilans jest dodatni. U europejskiego *Drassodes lapidosus* samce dopuszczają się gwałtu na samicach niepełnosprawnych! Poszukują takich, które są w trakcie linienia lub tuż po nim i – jako niemrawe i bezbronne – nie są zdolne ani do wyboru partnera, ani do kanibalistycznego kontrataku.

AUTOKASTRACJA I ROZŚMIESZANIE SAMIC

Ciekawym przypadkiem są samce *Tidarren sisyphoides*, *T. fordum* i *T. argo*, które praktykują… jednostronną autokastrację. Powodem jest hipertrofia (gigantyzm) narządów kopulacyjnych. Teoretycznie osobniki hojniej obdarzone mogłyby transferować więcej spermy, ale wielkie rozmiary po prostu utrudniają normalne funkcjonowanie. Mimo amputacji seks mogą uprawiać, masa ciała jest mniejsza i nic nie plącze się między nogami, a to pozwala szybciej biegać, uciekać przed wrogami i przeganiać innych zalotników.

Samce niektórych krzyżakowatych dopuszczają się autokastracji, ale z innego powodu: odłamane narządy pełnią funkcję zatyczek kopulacyjnych i utrudniają seks z kolejnymi kandydatami. Nawet w przypadku autokastracji obustronnej eunuchy niewiele tracą, bo swoje zadanie wykonały, a ich żywot i tak dobiega kresu. Częścią pajęczych rytuałów bywają kontakty oralno-genitalne. Np. samice czarnej wdowy zlizują odżywczą spermę z samczych narządów. U pająka Darwina jest odwrotnie: tu samce wylizują okolice żeńskich otworów płciowych. W ten sposób demonstrują swój status i fitness. Ślina zawiera lubrykant ułatwiający kopulację, a obecne w niej przeciwciała zmniejszają szanse plemników konkurentów. Wylizywanie stymuluje również owulację, łagodzi agresję samicy i zmniejsza ryzyko kanibalistycznego ataku.

O sukcesie samców może decydować ich zachowanie w trakcie kopulacji. Tak dzieje się w przypadku *Physocyclus globosus*. Osobniki czułe i delikatne wywołują „śmiech" samicy i są nagradzane większą liczbą potomków. I odwrotnie: brutale doprowadzają samice do „płaczu" i są karane. Dźwięki powstają wskutek strydulacji, a mechanizm selekcji plemników ciągle pozostaje nieznany. Pajęcze rytuały seksualne nasuwają wiele antropogenicznych skojarzeń, ale nie powinniśmy się dziwić. W końcu my, pająki i miliony innych gatunków podlegamy tym samym prawom przyrody, a płciowe rozmnażanie oraz towarzyszące mu rytuały i procedury są jednym z najważniejszych i uniwersalnych wynalazków ziemskiego życia. Seksualne ekscesy rodzą pokusę ich moralnej oceny, ale w pajęczym świecie liczy się sukces własnych genów. Moralne dylematy nie istnieją.

prof. Marek Żabka

Związany jest z Uniwersytetem w Siedlcach. Obiektem jego badań są pająki. Przygotowuje książkę „Pająki: zabójcy, tkacze i fatalni kochankowie".



Podobnie jak u większości krzyżakowatych, samica krzyżaka Darwina (*Caerostris darwini*) jest dużo większa od samca i buduje największe indywidualne sieci spośród wszystkich pająków.

Fot. BE&W, Shutterstock (3)

eprasa.pl 544b0e1a55



Podobnie wyglądające roboty mogą za kilka lat gościć w zakładach pracy, domach i wielu innych miejscach.

eprasa.pl 544b0e1a55

CZY HUMANOIDY PODBIJĄ ŚWIAT?

Według niektórych szacunków już za kilka lat sprzedawane będą miliony humanoidalnych robotów rocznie. Mają pracować w fabrykach, kopalniach, na ulicach i w domach. Ich budowa to jednak wyjątkowo duże wyzwanie.

MAREK MATACZ

W CZASIE targów CES na początku br. firma Boston Dynamics zaprezentowała najnowszą wersję słynnego Atlasa – humanoidalnego robota znanego m.in. z doskonałych umiejętności biegania, skakania czy robienia salta. Dzięki smukłemu ciału i kończynom bardziej przypominał człowieka niż jego dawniejsze masywne wersje. Tym razem nie skakał, nie biegał po torze przeszkód, lecz z gracją przez kilka minut chodził po scenie i machał do gości. Maszyna była sterowana zdalnie przez człowieka, ale docelowo ma radzić sobie ze wszystkim autonomicznie. Boston Dynamics twierdzi, że już w 2028 r. robot zostanie wdrożony do montażu elektrycznych samochodów w fabryce Hyundaia. Na promocyjnym wideo (**www.youtube.com/watch?v=5eMSMiL7F2o**) widzimy, jak Atlas wykonuje różne praktyczne zadania – otwiera magazynowe pojemniki, przenosi różne części czy układa je na półkach. W kreślonej przez firmę wizji roboty pomagają składać samochody, pracują w magazynowych halach, kopalniach czy na platformach wiertniczych, dostarczają do domów paczki i robią zakupy.

Atlas zaprezentowany przez Boston Dynamics podczas ostatnich targów CES

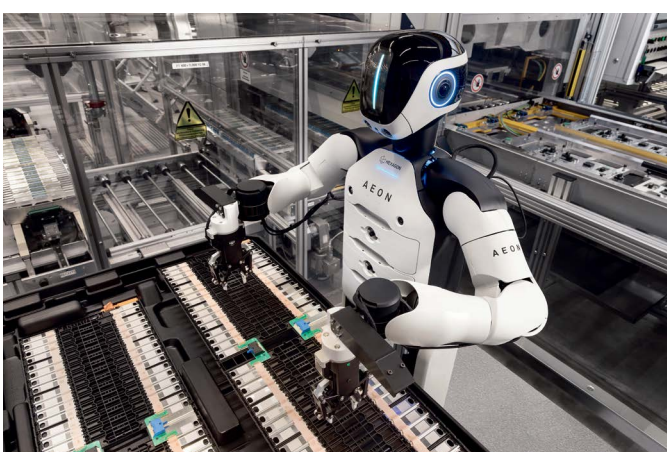
Również na początku roku w czasie World Economic Forum w Davos Elon Musk stwierdził, że jego zdaniem w przyszłości robotów będzie więcej niż ludzi. Według miliardera roboty połączone ze sztuczną inteligencją doprowadzą do ekonomicznej rewolucji i zaspokoją większość ludzkich potrzeb. „Kto by nie chciał robota, który przypilnuje dzieci albo zajmie się zwierzakiem? Gdybyście mieli robota, który opiekowałby się starszym rodzicem i go chronił, to przecież byłoby wspaniałe" – powiedział, zwracając się do zgromadzonych gości. Musk zapowiedział też niedawno, że już w 2027 r. do sprzedaży trafią pierwsze egzemplarze jego humanoidalnego robota Optimus. Według Muska ma on pomagać w fabrykach, ułatwiać prace domowe, a nawet w przyszłości pracować w kosmosie. Na prezentacjach (**www.youtube.com/watch?v=KJmokgZDhrI**) można już zobaczyć, jak wynosi śmieci, zamiata, miesza jedzenie w garnku, odkurza czy w symulowanej fabryce układa w odpowiednim miejscu podane mu elementy.

Tesla prezentuje robota Bot Gen 4.

Fot. Nur/Getty, Ken Achtuchmann/BMW

MECHANICZNI „LUDZIE" W FABRYKACH

Tymczasem pod koniec lutego koncern BMW poinformował, że w ramach wdrażania w swoich placówkach „fizycznej AI" w pilotażowym programie wprowadza humanoidalne roboty do fabryki w Lipsku. Firma chce zintegrować je z linią produkcyjną. Planuje także badać podobne maszyny pod kątem wykorzystania ich



BMW wprowadza humanoidy do jednej ze swoich fabryk.

eprasa.pl 544b0e1a55

w fabrykach wytwarzających baterie i inne elementy. „Cyfryzacja zwiększa konkurencyjność naszej produkcji – nie tylko w Europie, ale i na całym świecie. Synergia wiedzy inżynierskiej i sztucznej inteligencji otwiera zupełnie nowe możliwości w produkcji" – powiedział Milan Nedeljković, członek zarządu BMW AG ds. produkcji. W ub.r. BMW z powodzeniem rozpoczęło testy w swojej amerykańskiej fabryce w Spartanburgu. „Projekty pilotażowe pomagają nam testować i rozwijać wykorzystanie robotów wspomaganych przez sztuczną inteligencję, zdolnych do uczenia się w rzeczywistych warunkach przemysłowych" – powiedział Michael Nikolaides, wiceprezes ds. sieci produkcyjnej i zarządzania łańcuchem dostaw w BMW Group. Humanoidalne roboty testuje też firma Mercedes, która nawet zainwestowała w konstruujące je przedsiębiorstwo Apptronik.

MILIARDY ROBOTÓW ZAPEŁNIĄ ŚWIAT?

Według analizy Goldman Sachs w 2035 r. światowy rynek humanoidalnych robotów osiągnie wartość 38 mld dol. Zdaniem ekspertów Bank of America już w 2030 r. będzie sprzedawanych milion takich urządzeń rocznie, a w 2035 – 10 mln. W 2060 r. ludzkości mają natomiast służyć aż 3 mld humanoidów. Trzeba jednak zapytać, po co budować akurat roboty humanoidalne.



Pokaz zorganizowany przez Teslę. Robot Optimus rozdaje popcorn.



Humanoidalny robot firmy Unitree Robotics bierze udział w konkursie freestyle podczas pierwszych Światowych Igrzysk Robotów Humanoidalnych w National Speed Skating Oval w Pekinie.

Chodzi o to, że w przeciwieństwie do robota odkurzacza, kosiarki czy lakiernika w fabryce humanoidy podobnie jak ludzie mają być zdolne do wykonywania różnorodnych zadań. Inżynierowie liczą na to, że urządzenie stojące na dwóch nogach i wyposażone w dwie ręce lepiej poradzi sobie w ludzkim środowisku. Niezależni eksperci jednak zwracają uwagę, że budowa takiej maszyny to wyjątkowo trudne zadanie. W dużej mierze dzięki sztucznej inteligencji roboty udało się nauczyć sprawnego chodzenia, biegania czy omijania przeszkód. Ale to nie wystarczy, aby stworzyć użyteczne wielozadaniowe urządzenie. Na czym polega kłopot? Specjaliści podkreślają, że obecnym robotom daleko jeszcze do zrozumienia praw rządzących ich otoczeniem i związanych z nim niuansów. Praktycznie nie rozumieją one fizyki otaczającego je świata, nie mówiąc już o relacjach społecznych czy zależnościach kulturowych.

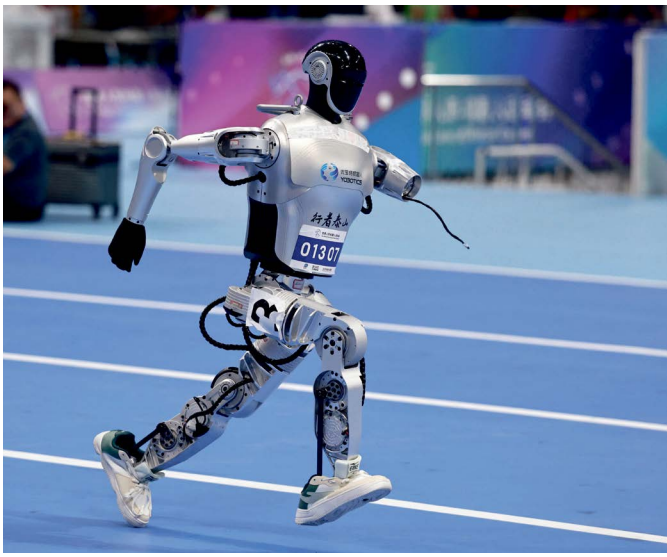
ROBOT UCZY SIĘ OD INNYCH

Obok sprzętu klucz do uczłowieczenia robotów kryje się w oprogramowaniu, ale nauczenie robota radzenia sobie w zróżnicowanym środowisku ludzkim to zupełnie inny poziom trudności niż napisanie programu np. dla robotycznego ramienia wykonującego powtarzalną pracę w fabryce. Jeden z pomysłów na to, jak sobie z tym poradzić, polega na tym, aby roboty uczyły się same poprzez obserwację. Lecz uczenie humanoidalnych maszyn jest trudne m.in. ze względu na dużą liczbę ich stopni swobody. (Stopień swobody to liczba niezależnych ruchów, jakie może wykonać urządzenie. Im jest ich więcej, tym robot może wykonywać bardziej skomplikowane operacje). Zebranie wystarczającej dla nich ilości danych treningowych jest wyjątkowo pracochłonne. Rozwiązaniem może być działający na razie w komputerowych symulacjach

eprasa.pl 544b0e1a55



Tak humanoidy boksowały podczas Internet Yuelu Summit 2025 w chińskim Changsha.



Maszyna firmy Yobotics podczas biegu na 1500 m na Światowych Igrzyskach Robotów Humanoidalnych w Pekinie

system stworzony przez zespół z University of Hong Kong. Opiera się on na ujednoliconym cyfrowym modelu człowieka. Model uczy się podstawowych ruchów na podstawie demonstracji wykonywanych przez ludzi. Złożone działania robotów są w tym podejściu rozkładane na osobne funkcjonalne komponenty, z których każdy jest trenowany niezależnie. System nie tylko ułatwia trenowanie robotów. Ma jeszcze inną ogromną zaletę: pozwala na przenoszenie zdobytych przez maszynę umiejętności na inne roboty. Badacze przetestowali to już na symulacjach pięciu różnych modeli.

ROBOT ZROZUMIE INTENCJE

Z kolei naukowcy z University of Manchester pracują nad technologią, która pozwoli robotom zrozumieć, czego ludzie sobie życzą i co zamierzają. Taka maszyna potrafiłaby np. rozpoznać, kiedy dana osoba potrzebuje pomocy, i odpowiednio dostosować swoje zachowanie. Ponadto urządzenia z takimi zdolnościami mają zdaniem badaczy lepiej sobie radzić w relacjach społecznych. Oprócz sztucznej inteligencji autorzy projektu wykorzystują także inne dziedziny, takie jak psychologia czy neuronauka. „Ważne jest rozwijanie



Humanoidy Booster Robotics T1 w trakcie meczu piłki nożnej 5 na 5 – Światowe Igrzyska Robotów Humanoidalnych w Pekinie

Fot. Reuters/Forum (3), DDP/Forum, Xinhua/Forum

eprasa.pl 544b0e1a55



Melania Trump i autonomiczny robot o nazwie Figure 3. Pierwsza dama była gospodynią szczytu Fostering the Future Together (Waszyngton, 2026 r.).

autonomicznych systemów, które mogą pomagać ludziom w codziennym życiu, ale także w sytuacjach krytycznych, takich jak opieka zdrowotna czy likwidacja instalacji związanych z odpadami nuklearnymi. Wymaga to maszyn zdolnych do dostosowywania zachowania do różnych użytkowników i środowisk" – mówi autor projektu dr Mehdi Hellou.

Badacze chcą sprawdzić technologię w pilotażowych testach dotyczących rehabilitacji po udarze – humanoidalne roboty mogłyby wspierać powrót pacjentów do zdrowia. W opublikowanej w ub.r. pracy pokazali, czy uwzględnianie stanów mentalnych człowieka w procesie podejmowania decyzji przez robota poprawia przejrzystość jego zachowań. Stwierdzono, że robot uwzględniający ludzkie pragnienia i przekonania stał się sprawniejszy w działaniu i rzadziej dochodziło do nieporozumień. „Odkrycia te pokazują, jak ważne jest wyposażanie robotów w zdolności związane z teorią umysłu, oraz dowodzą, że umiejętności te mogą poprawiać współpracę z człowiekiem, torując drogę do skuteczniejszych zastosowań robotyki" – piszą naukowcy.

ROBOT POCZUJE BÓL

Dzięki naukowcom roboty stają się coraz bardziej ludzkie. Np. zespół z University of Hong Kong przedstawił niedawno wynalazek mający znacznie udoskonalić kontakt człekokształtnych maszyn z otaczającym je światem. Chodzi o syntetyczną skórę, która obdarzy roboty zmysłem czucia, a nawet pozwoli na odczuwanie bólu. Badacze wyjaśniają, że ludzi chronią błyskawiczne, omijające świadomość reakcje – gdy ktoś dotknie rozgrzanego żelazka, jego dłoń w tzw. odruchu bezwarunkowym odskoczy od gorącego przedmiotu, zanim jeszcze człowiek uświadomi sobie, co się stało. Dzisiaj robot musiałby w podobnej sytuacji zrozumieć zagrożenie, przetworzyć odpowiednie informacje i dopiero podjąć działanie. To oznacza opóźnienie, które w ryzykownej sytuacji zwiastuje zwykle kłopoty. Tymczasem w naturalnym środowisku czy w przestrzeniach przemysłowych zagrożeń na roboty czeka wiele.

Rozwiązaniem ma być sztuczna skóra nazwana NRE-skin. Jej twórcy tłumaczą, że obecnie „skóry" dla robotów mogą najwyżej wykryć dotyk, ale dokładnie go nie zinterpretują – np. nie określą, czy bodziec jest bolesny. NRE-skin składa się z czterech warstw. Pierwsza niczym ludzki naskórek chroni kolejne. Pod nią znajdują się naśladujące nerwy czujniki i obwody. Działanie systemu przypomina trochę ludzkie odruchy bezwarunkowe. Gdy coś dotknie nowej elektronicznej skóry, wysyła ona sygnał niosący informację o wywieranym nacisku. W przypadku zwykłego dotyku impulsy te trafiają do głównego procesora, ale jeśli nacisk jest tak silny, że stwarza zagrożenie, skóra traktuje go jak ból i wysyła impuls o wysokim napięciu bezpośrednio do silników. Uruchamia to szybką reakcję odruchową, np. natychmiastowe cofnięcie ramienia. „Nasza neuromorficzna elektroniczna skóra dla robotów umożliwia precyzyjne wykrywanie dotyku, aktywne rozpoznawanie bólu i uszkodzeń, a także szybką wymianę uszkodzonych elementów. Taka konstrukcja znacząco poprawia zdolność robotów do odbierania bodźców dotykowych, zwiększa ich bezpieczeństwo i sprzyja intuicyjnej interakcji człowieka z robotem, zwłaszcza w przypadku empatycznych robotów usługowych" – piszą naukowcy w pracy opublikowanej na łamach „PNAS".

Droga do prawdziwie użytecznego humanoida wciąż jest więc pełna technicznych pułapek. Mimo to kolejne firmy i laboratoria pokazują, że wizja maszyny o ludzkiej sylwetce przestaje być efektowną ciekawostką, a staje się realnym celem inżynierii. Być może więc przyszłość nie należy do robotów, które podbiją świat, lecz do tych, które po prostu na dobre się w nim zadomowią.

Marek Matacz
Niezależny dziennikarz popularnonaukowy, z wykształcenia biotechnolog

Fot. Zuma/Forum

eprasa.pl 544b0e1a55

Potrzeba nam energii

Rok 2025 był rekordowy. Ponad 31 proc. wyprodukowanej w Polsce energii pochodziło ze źródeł odnawialnych. To niemal 55 tys. GWh, których pozyskanie było bezpieczne dla środowiska. Najwięcej przyniosły instalacje słoneczne – prawie 25 MW – oraz wiatrowe –ok. 10,5 MW.

Katarzyna Czarnecka



Transformacja energetyczna zatem przyspiesza. Wciąż jednak jesteśmy jednym z najbardziej emisyjnych krajów w UE. Ponad połowa miksu energetycznego to wciąż węgiel: kamienny i brunatny. Przełom ma się dokonać na początku lat 30. Wtedy pracę powinna zacząć pierwsza nasza elektrownia jądrowa.

Dane zawarte w raporcie „Transformacja energetyczna w oczach Polek i Polaków" powstały w projekcie TAK LEPIEJ –kampanii Fundacji 8Marca, Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego, Polskiego Towarzystwa Studiów nad Przyszłością, Stowarzyszenia Pro Carpathia i ZieloneGodziny.pl, pokazują, że 68 proc. z nas popiera korzystanie z OZE. Widzimy tu zalety nie tylko ekonomiczne, jak mniejsze za prąd. Dzięki używaniu zielonej energii mamy poczucie aktywnego dbania o ekologię i wpływ na jakość środowiska dla przyszłych pokoleń.



Enea Nowa Energia: farma wiatrowa Pelpin o łącznej mocy 83,2 MW, to 16 turbin zlokalizowanych w województwie pomorskim.

Jednocześnie w 58 proc. Polaków OZE budzi lęk. „W przypadku paneli fotowoltaicznych, ponad połowa badanych obawia się, że mogą one negatywnie wpływać na instalację elektryczną w domu – np. powodować przepięcia lub zwiększać ryzyko pożaru – czytamy w raporcie. – Biogazownie budzą niepokój głównie ze względu na potencjalne zagrożenie dla zwierząt (39 proc.). Przy elektrowniach wiatrowych najczęściej wskazywanymi obawami są hałas (63 proc.) oraz ryzyko dla fauny (60 proc.). Jeśli chodzi o biomasę, największe wątpliwości dotyczą jej wpływu na degradację środowiska (44 proc.). Gruntowe pompy ciepła również budzą obawy związane z bezpieczeństwem instalacji w domu, podobnie jak fotowoltaika. W przypadku powietrznych pomp ciepła, głównym problemem jest hałas (43 proc.). Kolektory słoneczne wzbudzają niepokój u połowy respondentów ze względu na możliwy wpływ na domową instalację (50 proc.) oraz ryzyko uszkodzenia konstrukcji budynku (48 proc.). Dla wodnych pomp ciepła również istotną obawą jest ingerencja w instalację domową (44 proc.). Z kolei elektrownie wodne z turbinami są najczęściej krytykowane z powodu zagrożenia, jakie mogą stwarzać dla zwierząt (53 proc.)".

Czy te obawy mają racjonalne podstawy i w jaki sposób – także niekonwencjonalny – można pomóc się ich wyzbyć? Czy poddając się im człowiek zapomina, że zmiany klimatu wymuszają transformację energetyczną – w przeciwnym razie grozi nam katastrofa? Te pytania padły podczas kolejnej dyskusji pulsara w cyklu „Podróż po wiedzę", zatytułowanej „Energia przyszłości: Lęki i paragrafy, która odbyła się 21 maja w Centrum Nauki Experyment w Gdyni. Odpowiadali na nie dr Małgorzata Osowiecka-Szczygieł, psycholożka z Uniwersytetu SWPS w Sopocie oraz dr hab. inż. Karol Niklas, prof. Politechniki Gdańskiej.

Zastanawialiśmy się także – przy szczególnym udziale dr Roberta Rybskiego z Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Warszawskiego, opiekuna Koła Naukowego Prawa Ochrony Środowiska – nad innymi kwestiami. Na przykład nad tym, co się stanie, jeśli dziś zrzucimy z siebie odpowiedzialność na młodsze pokolenia. W jakim świecie przyjdzie tym młodym ludziom żyć i z jakimi wyzwaniami mierzyć? Czy dziś – jako kilku- kilkunastolatki –mają już jakieś prawa, dzięki którym mogą domagać się od dorosłych pilnych działań?

Zaproszeni przez pulsara badacze udzielili widzom wielu ważnych odpowiedzi. Kolejne pytania przed nami. Zadamy je podczas kolejnych spotkań.

„PODRÓŻ PO WIEDZĘ" – KALENDARIUM

Pulsar, POLITYKA i Enea zapraszają na kolejne – poświęcone innym związanym ze zmianami klimatycznymi – dyskusje:

- w czerwcu w **Krakowie**,
- we wrześniu w **Warszawie**,
- w październiku w **Lublinie,**
- w listopadzie w **Szczecinie**,
- w grudniu w **Katowicach**.

O szczegółach będziemy informować na bieżąco na **projektpulsar.pl** „Wiedza i życie" oraz „Scientific American/Świat Nauki" są patronami medialnymi „Podróży po wiedzę".

SPONSOREM CYKLU SPOTKAŃ JEST ENEA

eprasa.pl 544b0e1a55



Feretrony to obrazy lub figury świętych niesione przez cztery osoby. Na zdj. procesja w Myszyńcu na Kurpiach

BOŻE CIAŁO

Uroczystość Najświętszego Ciała i Krwi Chrystusa to jedno z najważniejszych świąt Kościoła Katolickiego, aczkolwiek niektórzy hierarchowie na początku uznawali wydarzenia z nim związane za herezję.

RADOSŁAW KOŻUSZEK

Za początek tradycji święta Bożego Ciała można uznać rok 1215. Wówczas na soborze laterańskim przyjęto dogmat o transsubstancjacji, czyli przemianie chleba i wina w ciało i krew Chrystusa (Eucharystia). Ustalono, że przemiana ta jest duchowa, a nie fizyczna, i zarówno chleb, jak i wino zachowują swoje naturalne właściwości (smak, zapach, wygląd). W momencie ogłoszenia dogmatu zaczęto głębiej interesować się Eucharystią, która do tego czasu postrzegana była jako jeden z elementów liturgii. Zaczęto tłumaczyć, że jest ona dowodem na obecność Jezusa podczas sprawowania liturgii. Dzień, w którym wspominano przemienienie chleba w ciało, a wina w krew Chrystusa, przypadał na Wielki Czwartek przed Wielkanocą – Jezus ustanowił sakrament Eucharystii i kapłaństwa podczas Ostatniej Wieczerzy.

Obecnie Boże Ciało celebrowane jest jednak nie w Wielki Czwartek, ale w czwartek po oktawie zesłania Ducha Świętego (60 dni po Niedzieli Wielkanocnej) lub w następującą po nim niedzielę (Francja, Włochy). Głównym powodem jego przeniesienia były objawienia, jakich miała doznać Julianna – przeorysza augustianek w belgijskim klasztorze w Mont Cornillon. Według jej wyznań w 1245 r. widziała Chrystusa, który prosił o ustanowienie odrębnego święta eucharystycznego, radosnego i dziękczynnego. Julianna o swoim widzeniu miała opowiedzieć innym zakonnicom, a gdy informacja ta dotarła do samego biskupa Liège, ten podjął się zbadania sprawy. Powołana przez niego komisja teologiczna uznała, że widzenia Julianny mieszczą się w kanonie nauki Kościoła, i już w następnym roku w dniu wskazanym przez wizjonerkę zorganizowano pierwszą uroczystość celebrującą przemianę chleba i wina w ciało i krew Chrystusa. Niestety, w tym samym roku biskup zmarł, a w jego najbliższym otoczeniu pojawiły się głosy podające w wątpliwość widzenia Julianny. Po czasie w pewnych kręgach kościelnych zaczęto nawet oskarżać ją o herezję, a samo święto uznano za niezgodne z naukami kościelnymi. Skutek mógł być tylko jeden. Zaprzestano jego obchodzenia, a Julianna opuściła mury rodzinnego zgromadzenia i niedługo potem, w 1258 r., zmarła w klasztorze Fosses-la-Ville.



W kościele we włoskiej Bolsenie w 1263 r. miał się zdarzyć cud eucharystyczny – z hostii kapała krew.

W kręgach zakonnych jednak cały czas wspominano Juliannę. Szczególnie przywróceniem promowanego przez nią święta zainteresowana była jej bliska znajoma – później błogosławiona – Ewa z Leodium (Liège). Za jej namową sprawę zaczął badać Jacques Pantaléon z Troyes, ówczesny archidiakon w Liège, a od 1261 r. papież Urban IV. W czasie sprawowania swojego urzędu wielokrotnie analizował kwestię wznowienia święta, a oskarżenia o herezję wysuwane przeciwko Juliannie ocenił jako niesłuszne. Do uznania Bożego Ciała za oficjalne święto katolickie skłoniły papieża zdarzenia w Bolsenie – niewielkiej włoskiej miejscowości.

ŚLADY KRWI

W 1263 r. do Bolseny miał pielgrzymować jeden z czeskich księży zwany Piotrem z Pragi. Tradycja katolicka przekazuje, że duchowny wątpił w obecność Chrystusa w Eucharystii i aby rozwiać wątpliwości, wyruszył

Fot. Michał Kość/Forum, Shutterstock

eprasa.pl 544b0e1a55

na szlak pielgrzymkowy zwany Via Francigena. W Bolsenie w katakumbach miejscowego kościoła odwiedził grób św. Krystyny. Podczas odprawiania przez niego liturgii z trzymanej w ręku hostii zaczęła kapać krew na rozłożony na ołtarzu korporał (biały obrus). Zaniepokojony ksiądz miał udać się z krwawiącą hostią do zakrystii, choć krew kapała także na kamienną posadzkę. Informacja o domniemanym cudzie dotarła do Urbana IV, który w tym czasie przebywał w pobliskim Orvieto. Papież niezwłocznie wysłał do Bolseny swoich dwóch przedstawicieli: Tomasza z Akwinu oraz Bonawenturę z Bagnoregio. Zlecił im dogłębne zbadanie sprawy i przywiezienie zakrwawionego obrusu i hostii do Orvieto. Korporał wraz z hostią przekazano papieżowi na moście w Orvieto, po czym w uroczystej procesji relikwie przeniesiono do katedry. Tym samym uważa się, że była to pierwsza procesja Bożego Ciała.

Tradycja przekazuje, że pod wpływem tego zdarzenia Urban IV 11 sierpnia 1264 r. specjalną bullą ustanowił święto Najświętszego Ciała i Krwi Chrystusa, a uroczystą liturgię odprawianych tego dnia mszy przygotowali Tomasz z Akwinu i Bonawentura z Bagnoregio. Z kolei w 1317 r. papież Jan XXII wprowadził uroczystość Najświętszego Ciała i Krwi Chrystusa do kalendarza liturgicznego dla całego Kościoła Katolickiego. Naukowcy analizujący stare dokumenty wysuwają hipotezę, że wzmianki o rzekomej krwi Chrystusa na białym płótnie znajdowały się już we wcześniejszych pismach i niekoniecznie należy wiązać to zdarzenie z rokiem 1263. Ponadto w oficjalnych dokumentach wydanych za życia papieża Urbana IV nie ma informacji na temat zdarzenia w Bolsenie.

Czczony obrus oraz kawałki hostii cały czas znajdują się w katedrze w Orvieto w tabernakulum bocznej Kaplicy Korporału. Z kolei cztery kamienie z posadzki, na których według tradycji katolickiej widnieją ślady krwi, są eksponowane w bazylice w Bolsenie, z czego jeden znajduje się na ołtarzu w Kaplicy Cudu Eucharystycznego. Piąty kamień w 1574 r. przekazano do Kościoła św. Krystyny w Porchiano del Monte na terenie Umbrii w środkowych Włoszech.



W katedrze w Orvieto przechowywane są korporał ze śladami krwi oraz fragmenty hostii.

CZTERY OŁTARZE

W Polsce Boże Ciało zostało wprowadzone w 1320 r. przez biskupa Nankera na synodzie w Krakowie. Sto lat później na synodzie gnieźnieńskim uznano, że uroczystość powinna być obchodzona we wszystkich parafiach. Z kolei od końca XV w. dodatkowo podczas celebracji kapłan udzielał błogosławieństwa Najświętszym Sakramentem. Najważniejszą formą święta jest procesja, która podchodzi do 4 ołtarzy – ich liczba odpowiada ewangeliom (Jana, Łukasza, Marka, Mateusza) oraz stronom świata. Przy każdym z nich odczytuje się fragment ewangelii związany z Eucharystią, co podkreśla jej wagę w naukach Kościoła. Ponadto odczytywanie ewangelii podczas procesji stanowi publiczne wyznanie wiary. Ołtarze buduje się pod gołym niebem,

W regionie łowickim odbywają się wyjątkowo barwne procesje Bożego Ciała.



Procesja eucharystyczna na rzece. Czerwińsk nad Wisłą



Fot. Shutterstock, Włodzimierz Piętka/Gość Niedzielny/Forum, Julia Zabrodzka/Forum, Piotr Tumidajski/Forum (2)

eprasa.pl 544b0e1a55

a ich wystrój powinien w jakiś sposób nawiązywać do treści ewangelii.

Dość często proboszcz odpowiednio wcześnie obwieszcza, z jakich wsi, sołectw, ulic czy dzielnic powinni zgłosić się ochotnicy do stawiania ołtarzy. Oczywiście co roku powinna być to inna grupa. Czasami za któryś z ołtarzy może być odpowiedzialna sama parafia bądź jakaś instytucja, np. straż pożarna. Na każdym musi być wyznaczone miejsce na postawienie przez kapłana monstrancji. Dodatkowe elementy dekoracji i wyposażenia zależą już od twórców. Stawianie ołtarza odbywa się zazwyczaj wcześnie rano, a jeśli jest to skomplikowana konstrukcja, to pewne elementy montuje się poprzedniego dnia. Jeśli chodzi o wystrój, to dość często dekorowane są tematycznymi banerami, obrazami i akcentami danej społeczności. Jeśli pogoda pozwala, dookoła ołtarzy rozkłada się dywany. Żywe rośliny należy donieść w ostatniej chwili, by jak najdłużej zachowały świeżość.

PIĘKNIE I DOSTOJNIE

Uliczne procesje podczas Bożego Ciała dla wielu wiernych były i są nie tylko manifestacją wiary i tradycji, ale także wspólnoty i polskości. Tego szczególnego znaczenia nabrały głównie w okresie zaborów, gdy wspólne wyjście na ulice stawało się okazją do zamanifestowania przynależności narodowej. Podobnie działo się w czasach PRL-u. Z tego względu podczas procesji pojawiają się ubrani w stroje galowe przedstawiciele różnych organizacji oraz osoby w strojach regionalnych, a także flagi i sztandary, przeważnie z chrześcijańską symboliką, ale również świeckie. Ważnym elementem procesji jest eksponowanie na niej obrazów o tematyce religijnej. Te mniejsze czasami są niesione przez dzieci lub młodzież. Przedstawienia spoczywają na aksamitnych poduszkach z przypiętymi długimi wstążkami, których końce trzymają inni uczestnicy procesji. Większymi obrazami zazwyczaj zajmują się osoby dorosłe.

Innym elementem procesji są feretrony. To zazwyczaj dwustronne obrazy religijne lub figury świętych, umieszczone na podstawie z uchwytami. Jeden feretron dźwigają 4 osoby. Najważniejszą osobą procesji jest oczywiście kapłan, zazwyczaj ubrany w jasny (np. złoty, biały) ornat i kapę. To on przez cały czas trzyma monstrancję z hostią, skryty pod baldachimem symbolizującym niebo i królewską godność Chrystusa. Zazwyczaj baldachim wykonany jest z bogato haftowanego materiału rozpiętego na stelażu z drążkami i wykończonego ozdobnymi frędzlami. W procesji tuż przed kapłanem idą dziewczynki sypiące kwiaty, co wyraża miłość, cześć i uwielbienie dla obecnego w Eucharystii Jezusa. Poza tym sypanie kwiatów pod nogi wyznacza jakoby prawidłową drogę przemarszu i dodatkowo może być wyrazem wdzięczności. W niektórych miejscowościach w Polsce (Spycimierz w woj. łódzkim, Zimna Wódka w woj. opolskim) upowszechnił się zwyczaj układania kwietnych dywanów. Kompozycje przygotowuje się skoro świt tego samego dnia nawet przez kilka godzin.

ZIOŁA I BRZOZOWE GAŁĘZIE

Zwyczaj wykorzystywania kwiatów, ziół i gałęzi w procesjach Bożego Ciała ma prawdopodobnie przedchrześcijańskie korzenie. Późną wiosną, na którą przypada święto, w przyrodzie występowały gwałtowne zjawiska atmosferyczne. Zimne dni często przeplatały się z gorącymi, zdarzały się powodzie oraz burze, a wyładowania atmosferyczne mogły wywoływać pożary. Ludowe zwyczaje skupiały się zatem na ochronie obejść, zwierząt gospodarskich, pól i plonów. Np. dawniej drzewka czy młode gałązki miały odstraszać czarownice. Wkładano zatem rośliny do ziemi na polach z uprawami zbóż, lnu czy kapusty, aby chronić plony





Położony w woj. łódzkim Spycimierz słynie z układania kwietnych dywanów.

eprasa.pl 544b0e1a55



Ślązaczki w strojach regionalnych na procesji Bożego Ciała w Świętochłowicach

przed urokami wywołującymi atak szkodników, burzę lub suszę. Szczególne znaczenie miała brzoza, uważana za najbardziej życiodajne drzewo. Wczesną wiosną pobierano od niej ceniony sok. Z kolei lipę uznawano za drzewo miododajne, a jej kwiaty były istotnym surowcem używanym w ziołolecznictwie. Prawdopodobnie zwyczaj przynoszenia gałęzi do domów zyskał kontynuację podczas procesji Bożego Ciała, gdzie cienkie i łatwe do łamania gałęzie (zazwyczaj brzozowe) umieszcza się w pobliżu ołtarzy. Wierni odłamują ich kawałki i przynoszą do domu, uważając, że poświęcone, zasuszone i włożone np. za święty obraz ochronią ich przed złem.

Oktawa Bożego Ciała to osiem dni, podczas których codziennie odbywają się procesje z Najświętszym Sakramentem. Wierni modlą się wówczas o łaskę oraz otoczenie opieką nie tylko ich rodzin, ale także całego kraju, pól uprawnych, łąk i lasów. W modlitwach pojawiają się także prośby o ochronę ziemi od klęsk żywiołowych oraz o obfite plony i pomyślny przebieg zbiorów. W ostatni dzień oktawy do kościołów przynosi się wianki, w zależności od regionu Polski wyplatane z różnych gatunków roślin lub tylko z konkretnego zioła (np. dziurawiec, barwinek, mięta, rumianek, lubczyk). Czasami dodatkowo ozdabiane są kwiatami lub kolorowymi wstążkami.

W czasach przedchrześcijańskich również pleciono wianki, które miały ochronić obejście, uprawy, zwierzęta gospodarskie i domowników przed złymi urokami, burzami i pożarami. Pokruszone ziele z wianków stosowano do przygotowywania leczniczych naparów oraz do odpędzania złych mocy poprzez okadzanie pól, zbiorów, zwierząt, a także domów. Dawniej wianki wieszano nad oknami i drzwiami budynków mieszkalnych i gospodarskich. Dziś częściej umieszcza się je obok świętego obrazu lub krzyża albo w suchym miejscu na strychu. Przechowywane są przez rok, aż do następnego czwartku oktawy, po czym można je spalić, lecz nie wolno ich wyrzucać. Jeśli nie ma możliwości spalenia, wianki można ewentualnie zakopać w miejscu, gdzie nigdy się nie chodzi, np. pod krzewem lub drzewem (blisko jego pnia).



Feretrony na procesji Bożego Ciała w Świętochłowicach na Śląsku

PRZYSTROJONE DRZWI I OKNA

Trasa procesji w wielu miejscowościach była stała od dziesięcioleci. Jeśli jednak proboszcz z jakichś przyczyn postanowił poprowadzić procesję inną drogą, dość często odczytywano to jako zły znak. Jakakolwiek zmiana stała w sprzeczności z tradycją. Uważano także, że domostwa, które znajdują się

Fot. Piotr Tumidajski/Forum (3)

eprasa.pl 544b0e1a55

na trasie, w jakiś sposób są bardziej uświęcone niż te stojące dalej. Z tego względu należało zadbać o wygląd domu i obejścia. Zwyczaj nakazywał, aby wokoło domu panował nienaganny porządek. W czasie przejścia procesji niedopuszczalne było suszenie prania w widocznym miejscu, krzątanie się na podwórku czy, co gorsza, wykonywanie jakichś prac. Z domu nie mogły dochodzić żadne dźwięki ani woń gotowanego obiadu. Według zwyczaju wszyscy domownicy uczestniczyli w procesji, a w domu pozostawały jedynie osoby starsze lub chore. Okna musiały być umyte i ze świeżymi firankami. W niektórych regionach Polski upowszechniło się przystrajanie posesji przy drodze Sakramentu.

Niektórzy właściciele domów nawet kilka dni wcześniej dekorowali okna, wystawiając w nich obrazy o symbolice religijnej. Preferowano te przedstawiające Jezusa, ale i inne były dozwolone. W oknach zatem pojawiała się Święta Rodzina, Maria, święci lub papież. Wystawiony na wewnętrznym parapecie obraz musiał być dobrze widoczny dla osób biorących udział w procesji. Umieszczano go więc na jakimś postumencie, który nakrywano np. obrusem czy koronkową serwetą. Po bokach stawiano lichtarze lub świeczniki z zapalonymi świecami. W latach 70. i 80. XX w. świece zastępowano modnymi wówczas lampkami choinkowymi z kolorowymi żarówkami, które klamrami przypinano do ram obrazów.

Na parapecie stawiano także bukiety z żywych lub sztucznych kwiatów albo kwitnące rośliny doniczkowe. Później do dekoracji okien wykorzystywano także biało-niebieskie (kolory Maryjne) lub biało-żółte (kolory papieskie) flagi i wstążki, papierowe wycinanki i etykiety samoprzylepne przedstawiające hostię, kielich, chleb, monstrancję, wizerunki Jezusa czy kiść winogron. Z kolei tradycyjne świece czy lampki choinkowe zastąpiono ich ledowymi odpowiednikami. Sporadycznie oprócz okien przyozdabiano także balkony, drzwi, ogrodzenia, a nawet ściany domów. Na balkonach wywieszano flagi, wystawiano chorągiewki, makatki czy kilimy o tematyce religijnej. Na drzwiach zazwyczaj wieszano wstążki, a przy murach i płotach, podobnie jak przy ołtarzach, umieszczano świeże gałęzie, które mogli odłamywać i zabierać do domu uczestnicy procesji. Uważano jednak, że moc tych gałęzi jest słabsza niż umocowanych przy ołtarzach. We wsiach, gdzie budynki stały dalej od drogi, upowszechnił się zwyczaj przystrajania trasy procesji wstążkami lub chorągiewkami zawieszonymi na sznurku. Ten z kolei przywiązywany był do drzew, krzewów lub do specjalnie w tym celu wkopanych w ziemię kołków.



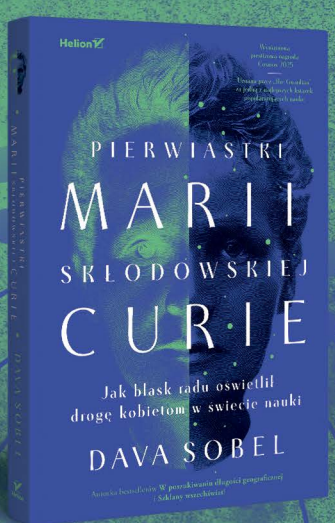
Przyozdobione okna na trasie procesji w Świętochłowicach

dr inż. Radosław Kożuszek
Wykładowca Uniwersytetu Wrocławskiego,
podróżnik, organizator wypraw trekkingowych, przyrodniczych i kulinarnych

REKLAMA

BIOGRAFIA
PEŁNA PASJI, ODWAGI
I PRZEŁAMYWANIA BARIER

Książkę kupisz na HELION.PL, EMPIK.COM
i w innych księgarniach



Patronat honorowy:
Narodowy Instytut Onkologii
Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie

Książkę polecają:
Mądre Książki, Lubię Czytać, Wiedza i Życie, Pulsar, Kraina Wiedzy, Zapytaj Fizyka

Helion

eprasa.pl/544b0e1a55



Bogactwo smaków i tekstur sprawia, że każdy ser jest wyjątkowy.

eprasa.pl 544b0e1a55

NABIAŁOWE DZIEDZICTWO

Ser stał się świadectwem ludzkiej cywilizacji i strażnikiem kulturowej pamięci. Każdy kawałek niesie ze sobą opowieść o wspólnocie, trwaniu i pokoleniach, które zostawiły w nim swój niematerialny ślad.

KATARZYNA KORNICKA-GARBOWSKA

JEST zdecydowanie czymś więcej niż popularnym produktem spożywczym. To symbol ludzkiej pomysłowości i zapisana w smaku kronika, która jak żadna inna opowiada o lokalnej historii i tradycjach. Smakując ser, przenosimy się w czasie i stajemy częścią opowieści, która trwa nieprzerwanie od tysięcy lat. Jej początki sięgają momentu zwrotnego w naszych dziejach, kiedy to zamiast ścigać zwierzęta, zaczęliśmy je hodować.

Wskazanie pierwszego wytwórcy sera jest niemożliwe, bo produkt ten powstawał niezależnie w różnych rejonach świata. Zapewne najpierw pojawił się twaróg (potocznie zwany serem białym). Wszystko przez łatwość przygotowania – powstaje przez zakwaszenie mleka i jego podgrzanie; w efekcie otrzymuje się skrzep i serwatkę. To produkt prosty, świeży i łagodny w smaku. W Polsce od wieków wykorzystuje się go w wielu potrawach, m.in. sernikach i pierogach. Opracowanie receptury sera żółtego wymagało bardziej zaawansowanego rzemiosła serowarskiego – do mleka dodaje się w tym wypadku podpuszczkę i szczepy bakterii. W odróżnieniu od twarogu ser żółty wymaga też procesu dojrzewania (od kilku tygodni do kilku lat), któremu zawdzięcza twardszą konsystencję, intensywny smak i dłuższą przydatność do spożycia. Do wyprodukowania kilograma żółtego sera potrzebne jest ok. 10 l mleka, a tej samej ilości twarogu – tylko 5 l.

Od starożytności podpuszczkę pozyskiwano wyłącznie z żołądków przeżuwaczy (cieląt, koźląt czy jagniąt). Dziś poza nią stosuje się zamienniki wytworzone w ramach procesów biotechnologicznych – podpuszczkę mikrobiologiczną (powstała w latach 60. ub.w. przy udziale grzybów *Rhizomucor miehei*) czy roślinną, izolowaną z karczochów i figowców. Obie znalazły zastosowanie w produkcji serów wegetariańskich. Jeszcze innym rozwiązaniem jest podpuszczka GMO (rekombinowana, produkowana przez genetycznie modyfikowane drożdże i grzyby), która jest chemicznie identyczna ze zwierzęcym odpowiednikiem.

Sery podpuszczkowe znano już kilka tysięcy lat temu w rejonie Żyznego Półksiężyca (m.in. tereny współczesnego Iraku, Syrii, Turcji i Izraela). Udomowione kozy i owce dostarczały cennego mleka, które wędrowcy i pasterze przenosili w bukłakach – niewielkich workach wykonanych najczęściej z owczych żołądków. Przy udziale obecnych w nich enzymów i pod wpływem ciepła dochodziło do nietypowego zjawiska – pojawiała się biała masa i mętna ciecz, czyli skrzep oraz serwatka. Śmiałkowie, którzy zamiast je wyrzucić, zdecydowali się na degustację, stali się pionierami znanego dziś na całym świecie wyrobu. Z czasem poznaliśmy zasady tego biochemicznego mechanizmu. W bukłaku znajdował się enzym zwany podpuszczką, a w mleku obecne były bakterie kwasu mlekowego. Pod wpływem zainicjowanej temperaturą fermentacji dochodziło do rozkładu laktozy, koagulacji białek i przekształcenia mleka w skrzep.

Odkrycie tego procesu dało początek jednej z najstarszych technologii żywnościowych. Aczkolwiek dawniej ważniejsza od smaku była funkcjonalność – sery traktowano raczej jako sposób konserwacji mleka, który wydłużał jego przydatność do spożycia (skrzep zaczęto później suszyć i solić), co umożliwiło



Sprzedawca serów rzemieślniczych w greckim regionie Fokida. Sery są w tym kraju istotną częścią kultury i codziennego życia.

Fot. Shutterstock, Alamy/Indigo

eprasa.pl 544b0e1a55



Ser pleśniowy Roquefort charakteryzuje się niebieskimi żyłkami i pikantnym smakiem.

transport na większe odległości, a także zrobienie zapasów na wypadek klęski nieurodzaju. Choć innowacje biotechnologiczne zmieniły system produkcji, wiele receptur wciąż bazuje na przedwiecznych przepisach, a współcześni serowarzy ochoczo korzystają z doświadczeń swoich poprzedników.

Z JASKINI NA SALONY

W Polsce – a szczycimy się jedną z najdłuższych tradycji serowarskich w Europie – sery robiono najpewniej już ok. 7 tys. lat temu, co ustalono m.in. na podstawie dowodów archeologicznych z Kujaw i Pomorza. Przy produkcji sera przypominającego nieco współczesną mozzarellę wykorzystywano w tych rejonach naczynia ceramiczne z otworami, które pozwalały oddzielać twaróg od serwatki. Sery stanowiły nieodłączny element uczt na dworze Jana III Sobieskiego, a Stanisław August Poniatowski na salony wprowadził sery pleśniowe (pochodziły z Francji, którą uznawano wówczas za wzór elegancji i nowoczesności).

Sumeryjskie płaskorzeźby, liczące ok. 5 tys. lat, przedstawiają wszystkie etapy wytwarzania sera, który należał wówczas do produktów luksusowych. Podobne sceny można podziwiać na ścianach egipskich grobowców sprzed 4 tys. lat. Sery miały wówczas znaczenie ceremonialne i często wykorzystywano je jako składaną bogom ofiarę. W grobowcu Ptahmesa, władcy miasta Memfis, odnaleziono ser wytworzony z mleka krowiego i owczego, którego wiek szacuje się na ponad 3 tys. lat. Niemniejsze znaczenie serowarstwo miało w antycznej Grecji – proces wytwarzania tego produktu opisywali Arystoteles oraz Homer w „Iliadzie" i „Odysei". To właśnie w tych dziełach pojawiają się pierwsze wzmianki o serach przypominających fetę. Według mitologii ludzkość opanowała sztukę jej wytwarzania dzięki synowi Apolla, Aristajosowi, który postanowił wynieść boski przysmak z Olimpu. Licząca tysiące lat receptura przetrwała do dziś, a wytwarzana z mleka koziego i owczego feta stała się symbolem Grecji. Od 2002 r. ma nadany przez UE status chronionej nazwy pochodzenia (ChNP), co oznacza, że oryginalny wyrób pochodzi wyłącznie z tego kraju (m.in. z rejonów Peloponezu czy Tracji).

Starożytni Rzymianie doskonalili metody produkcji przejęte od Greków i innych podbitych ludów. Co ważne, dzięki nim sery przestały być zarezerwowane wyłącznie dla najbogatszych, stając się kluczowym elementem diety wszystkich warstw społecznych. Słynne uczty nie mogły obejść się bez serów i podawanych w ich towarzystwie win, miodu, oliwek czy chleba. Metody serowarskie rozpowszechniały się w Europie wraz z kolejnymi rzymskimi podbojami. W tych czasach powstał też pierwowzór słynnego Pecorino Romano, a o sposobach jego produkcji wspominał m.in. Pliniusz Starszy. Nazwa pochodzi od włoskiego słowa *pecora*, oznaczającego owcę, gdyż właśnie z jej mleka wytwarza się ten nieodzowny składnik wielu dań (m.in. carbonary czy risotto).

Produkcja sera rozkwitała też w średniowieczu, kiedy to cierpliwi i skrupulatni mnisi doskonalili receptury za klasztornymi murami. Powstało wówczas wiele odmian znanych współcześnie, m.in. gorgonzola i cheddar. Istotną rolę w doskonaleniu tych wyrobów

Dobre, bo polskie

Historia serowarstwa w naszym kraju liczy tysiące lat, a tradycyjne sery to element dziedzictwa kulturowego. W Tatrach z owczego mleka powstają wędzone Oscypki i miękka Bryndza Podhalańska. Oba posiadają unijny znak chronionej nazwy pochodzenia (ChNP), potwierdzający ich jakość i związek z regionem. Na Podlasiu powstaje półtwardy Ser Koryciński o orzechowym aromacie, a w Wielkopolsce – ser smażony. Jednym z filarów polskiej kuchni są także sery twarogowe dostępne w wariantach chudym, półtłustym, tłustym i śmietankowym.

Użyteczne roztargnienie

Historia sera obfituje w przypadki i zbiegi okoliczności. To dzięki jednemu z nich możemy cieszyć się bogatym, nieco pikantnym smakiem niebieskiego Roqueforta, wytwarzanego wyłącznie we francuskim miasteczku Roquefort-sur-Soulzon. Legenda głosi, że przez nieuwagę pewien pasterz zostawił w jednej z tamtejszych jaskiń Cambalou kawałek owczego sera. Wrócił na miejsce po kilku tygodniach, a po skosztowaniu spleśniałego kawałka zachwycił się jego bogatymi walorami smakowymi. Ser zawdzięczał je szlachetnej pleśni *Penicillium roqueforti*, która rozwijała się w grocie dzięki panującemu w niej mikroklimatowi (temperatura 7°C, wilgotność 85–95%). Pod prawnie zastrzeżoną nazwą sery Roquefort dojrzewają w owych jaskiniach do dziś. Produkowanych jest siedem odmian, z czego cztery powstają w tej samej grocie. Co ciekawe, *P. roqueforti* jest blisko spokrewniona z *Penicillium notatum*, z której Alexander Fleming w 1928 r. wyizolował penicylinę.

eprasa.pl 544b0e1a55

odegrali też mieszkańcy Azji i Bliskiego Wschodu, a w Europie – Włosi i Francuzi.

PRODUKCJA MASOWA

Trzeba było na nią poczekać aż do XIX w., czyli do czasów rewolucji przemysłowej, która zmieniła oblicze nie tylko przemysłu włókienniczego, metalurgicznego czy kolejowego, ale też spożywczego. Zastąpienie ludzi maszynami umożliwiło zwiększenie produkcji, a globalizacja – ekspansję na wiele rejonów świata i spadek cen. Serowarstwo przestało być rzemiosłem domowym, a stało się potężną zmechanizowaną gałęzią przemysłu spożywczego. Za pierwszą fabrykę sera uważa się zakład otwarty w 1815 r. w Szwajcarii, ale branża ta większy sukces osiągnęła w Stanach Zjednoczonych. W mieście Rome (stan Nowy Jork) Jesse Williams zaczął skupować mleko od miejscowych rolników, rozpoczynając wytwarzanie sera metodą taśmową. Był to początek standaryzacji, czyli niezbędnego elementu masowej produkcji. Kluczowe okazały się tu odkrycia poczynione przez Ludwika Pasteura w II poł. XIX w. Zaowocowały opracowaniem pasteryzacji – podczas termicznej obróbki (najczęściej 72–75°C przez 15–30 s) pozbywamy się z mleka chorobotwórczych i psujących go bakterii. W efekcie zwiększono bezpieczeństwo mikrobiologiczne sera i możliwości jego przechowywania oraz transportu na większe odległości (sprzyjał temu także równoległy rozwój kolei i chłodnictwa; pierwsze lodówki pojawiły się w 1913 r.).



Plakat reklamowy sera amerykańskiej firmy Kraft z 1926 r. W tym czasie rozwijała się produkcja masowa, a sery stawały się istotnym elementem jadłospisu.



Urządzenie do produkcji serka wiejskiego. Kontrola parametrów produkcyjnych sprawia, że każda partia ma identyczny smak.



Nowoczesna linia do produkcji sera żółtego łączy zaawansowaną technologię z tradycyjnymi metodami serowarstwa.

Poszukiwania sposobów na przedłużenie trwałości sera i wykorzystania nadwyżek produkcyjnych (głównie serów typu szwajcarskiego i holenderskiego) zaowocowały narodzinami sera topionego. Za jego twórców uznaje się Szwajcarów Waltera Gerbera i Fritza Stettlera, a także amerykańsko-kanadyjskiego biznesmena Jamesa L. Krafta, którzy wytworzyli go niezależnie na początku XX w., podgrzewając klasyczny ser z dodatkiem soli emulgujących (np. cytrynianu sodu), co umożliwiło połączenie tłuszczu z białkiem i uzyskanie charakterystycznej kremowej masy. Pierwsza partia zjechała z taśmy produkcyjnej w 1911 r., a 6 lat później trzej bracia Grafowie (Emile, Otto i Gottfried) wraz z dwoma wspólnikami uruchomili we Francji pierwszą fabrykę produkującą serki topione na skalę masową.

W okresie II wojny światowej produkcja przemysłowa wyparła niemal całkowicie metody rzemieślnicze. Obecnie większość serów trafiających na nasze stoły jest wytwarzana w fabrykach. Oprócz niewątpliwych zalet taka technologia ma sporo mankamentów. Wcześniej każdy ser był inny, wyjątkowy. Zmechanizowanie ujednoliciło smaki, zmniejszyło rolę lokalnych serowarów i tradycji, a także wywarło presję na przemysłową hodowlę zwierząt. Jak się

Fot. Shutterstock (2), Piotr Mecik/Forum, Mary Evans/Forum

eprasa.pl 544b0e1a55



Ser Pule. Mleko do jego produkcji pochodzi od oślic żyjących na terenie serbskiego Rezerwatu Przyrody Zasavica.

okazuje, historia zatacza jednak koło, bo coraz więcej konsumentów skłania się ku produktom rzemieślniczym, doceniając ich unikalność i różnorodność.

Współcześnie wytwarza się niemal 22 mln t sera rocznie – najwięcej w Stanach Zjednoczonych, Niemczech, Francji czy Holandii. Kluczowym graczem na rynku jest także Polska, zajmująca 5. miejsce w Unii Europejskiej i 6. miejsce na świecie. Produkujemy corocznie 925–980 tys. t. Na świecie istnieje ponad 4 tys. rodzajów sera, a w naszym kraju powstaje ok. 90 z nich. Za najdroższy uznaje się serbski Pule na bazie oślego mleka. Zwierzęta dają bardzo mało mleka, co przekłada się na astronomiczną cenę 4–5 tys. zł/kg. Równie ekskluzywny jest szwedzki ser produkowany w małym gospodarstwie Älgens Hus z mleka udomowionych łosic. Koszt kilograma to 3500 zł. Prawdziwą osobliwością jest wytwarzany na Sardynii owczy Casu Marzu. Choć posiada nadany przez UE status produktu regionalnego, ta sama instytucja uznała go za zagrażający zdrowiu i zabroniła jego sprzedaży. Wszystko przez wprowadzane do produktu larwy muchówki *Piophila casei*, które wywołują proces fermentacji i nadają Casu Marzu charakterystyczny smak. Owady potrafią wyskakiwać z sera na wysokość kilkunastu cm, ale fakt ten nie zraża jego koneserów, według których w smaku przypomina on nieco gorgonzolę. Dla osób niechętnych konsumpcji żywych larw (istnieje ryzyko, że doprowadzą do perforacji jelit) Casu Marzu mieli się i podaje w formie pasty na kromce pieczywa, najczęściej w towarzystwie mocnego wina.



Holenderski mazdamer ma łagodny smak i duże oczka (wielkości orzecha laskowego).

POŁĄCZENIE TRADYCJI I NOWOCZESNOŚCI

Biotechnolodzy z uwagą przyglądają się bakteriom i pleśniom, które decydują o smaku, teksturze i zapachu sera, a ten traktuje się dziś jako dynamiczny żywy ekosystem. Za pomocą zaawansowanych technik identyfikują szczepy odpowiadające za konkretne doznania organoleptyczne i analizują zmiany chemiczne zachodzące w procesie dojrzewania. Siła serów tkwi w ich prostocie – kluczowymi składnikami oprócz mleka są zakwaszające je bakterie, ścinająca je podpuszczka i sól. Produkcja zaczyna się od pasteryzacji, dodanie mikroorganizmów obniża kwasowość, a podpuszczka zamienia mleko w skrzep. Ten jest następnie rozdrabniany i oddzielany od serwatki. Kąpiel w solance kreuje smak i działa konserwująco. Ostatni etap to leżakowanie w odpowiedniej temperaturze i wilgotności, dzięki któremu ser nabiera charakterystycznych

Skąd te dziury?

Świeżo uformowany ser to jednolita masa. Charakterystyczne dziury powstają później i to nie za sprawą wygłodniałych myszy, jak głosi żartobliwa historia opowiadana dzieciom. Fachowo określa się je oczkami, a za ich tworzenie odpowiadają mikroorganizmy. Najpierw jednak zawarta w mleku laktoza zamieniana jest przez bakterie mlekowe w kwas mlekowy – mleko gęstnieje i powstaje skrzep. Później do gry wkraczają bakterie propionowe *Propionibacterium*, które w procesie dojrzewania przetwarzają kwas mlekowy na kwas propionowy, nadający serowi orzechowy posmak. Produktem ubocznym tej reakcji jest dwutlenek węgla. Gromadzi się on w masie w postaci pęcherzyków, wskutek czego tworzą się oczka o różnej wielkości. Dawniej uważano je za mankament, bo sery sprzedawano nie na wagę, lecz na sztuki. Do serów o dziurawej strukturze należy m.in. ementaler. Okazało się też, że mikroskopijne drobinki takie jak pył z siana mogą działać jak zalążki oczek, bo to w ich okolicy gromadzi się gaz. We współczesnych sterylnych mleczarniach ilość takich zanieczyszczeń jest znikoma, dlatego dziury w serach są mniejsze niż kiedyś. Ser żółty zawdzięcza kolor głównie obecnym w mleku karotenoidom i zmianom zachodzącym podczas dojrzewania (zagęszczenie białka i tłuszczu). Niektórzy producenci w celu uzyskania jednolitego odcienia dodają do swoich wyrobów naturalne barwniki takie jak annato. Co ciekawe, sery tłustsze mają ciemniejszy kolor.

eprasa.pl 544b0e1a55



Nietypowy ładunek – blok sera – na pokładzie statku kosmicznego Dragon

Ser w kosmosie

W czasie testów kapsuły Dragon 8 grudnia 2010 r. firma SpaceX wysłała na orbitę okołoziemską tajemniczy ładunek. Okazał się nim przytwierdzony do podłogi statku blok francuskiego sera Le Brouère. Nietypowy żart był nawiązaniem do kultowego skeczu Monty Pythona „Sklep z serami". Miłośnicy nabiału mogą odetchnąć z ulgą, bo cały i bezpieczny w jednym kawałku powrócił na Ziemię. W 2011 r. w kosmos poleciał też 15-kilogramowy blok sera Old Amsterdam. Na prośbę holenderskiego astronauty André Kuipersa dostarczono go na Międzynarodową Stację Kosmiczną. Rzeczony ser charakteryzuje się intensywnym smakiem i aromatem, co w kosmosie, gdzie zmysł smaku jest mocno osłabiony, staje się niewątpliwą zaletą.

walorów smakowych i konsystencji. Dziś te wszystkie procesy przeprowadzane są w sposób zautomatyzowany z udziałem robotów i przy ścisłej kontroli parametrów produkcyjnych, dzięki czemu w każdej partii powstaje niemal identyczny produkt.

Do przemysłu mleczarskiego coraz śmielej wkracza też sztuczna inteligencja, która na bazie analiz molekularnych pomaga m.in. w wytwarzaniu serów roślinnych zbliżonych smakiem do tradycyjnych odpowiedników. Z takiego rozwiązania korzysta m.in. firma Climax Foods. Algorytmy optymalizują też proces produkcji i pomagają obniżyć jej koszty, a także analizują i kontrolują jakość mleka. A to również znalazło się pod lupą. Śledzi się m.in., jak na jego skład wpływa dieta krów i czy jej modyfikacje mogą zwiększyć właściwości prozdrowotne sera. W duchu *less waste* podejmowane są także próby zagospodarowania odpadów serowarskich, z których największym jest bogata w białka, witaminy, laktozę i minerały serwatka. Dodaje się ją m.in. do jogurtów, deserów mlecznych, wyrobów cukierniczych, suplementów diety, kosmetyków i pasz dla zwierząt. Jest też kluczowym składnikiem w produkcji ricotty. Można z niej nawet wytworzyć bioplastik i biopaliwo.

SER NA ZDROWIE

Ser z jednej strony stanowi cenne źródło białka, wapnia, witamin, minerałów i pożytecznych bakterii, a z drugiej zawiera sporą ilość kalorii, tłuszczów nasyconych i soli. Jeśli chodzi o bakterie, to całkiem niedawno okazało się, że dojrzewające sery z żywymi kulturami bakterii zwiększają różnorodność ludzkiego mikrobiomu jelitowego (głównie bakterii fermentujących *Bacteroides* i *Dorea*). Dzięki temu poprawia się nie tylko trawienie, ale też działanie układu odpornościowego.

Co więcej, spożycie sera w dość dużej ilości (ok. 145 g dziennie) wbrew pozorom nie zwiększa ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych, a nawet obniża o 6,5% stężenie we krwi „złego cholesterolu" LDL. Pojawiały się też doniesienia sugerujące, że zmniejsza ryzyko zawału, udaru, cukrzycy, złamań kości i choroby wieńcowej. Szwedzkie badania, prowadzone przez 25 lat, w ramach których analizowano dane medyczne 27 tys. seniorów, wykazały, że zjedzenie ponad 50 g tłustego sera dziennie zmniejsza



Casu Marzu to sardyński ser o miękkiej konsystencji i bardzo intensywnym aromacie. Dojrzewa w naturalny, aczkolwiek niekonwencjonalny sposób.



Kręgi sera koziego dojrzewające w kontrolowanych warunkach chłodniczych. Stopniowo nabierają głębi smaku, a ich konsystencja staje się bardziej wyrazista.

Fot. Alamy/Indigo, Shutterstock (3), Chris Thompson/SpaceX

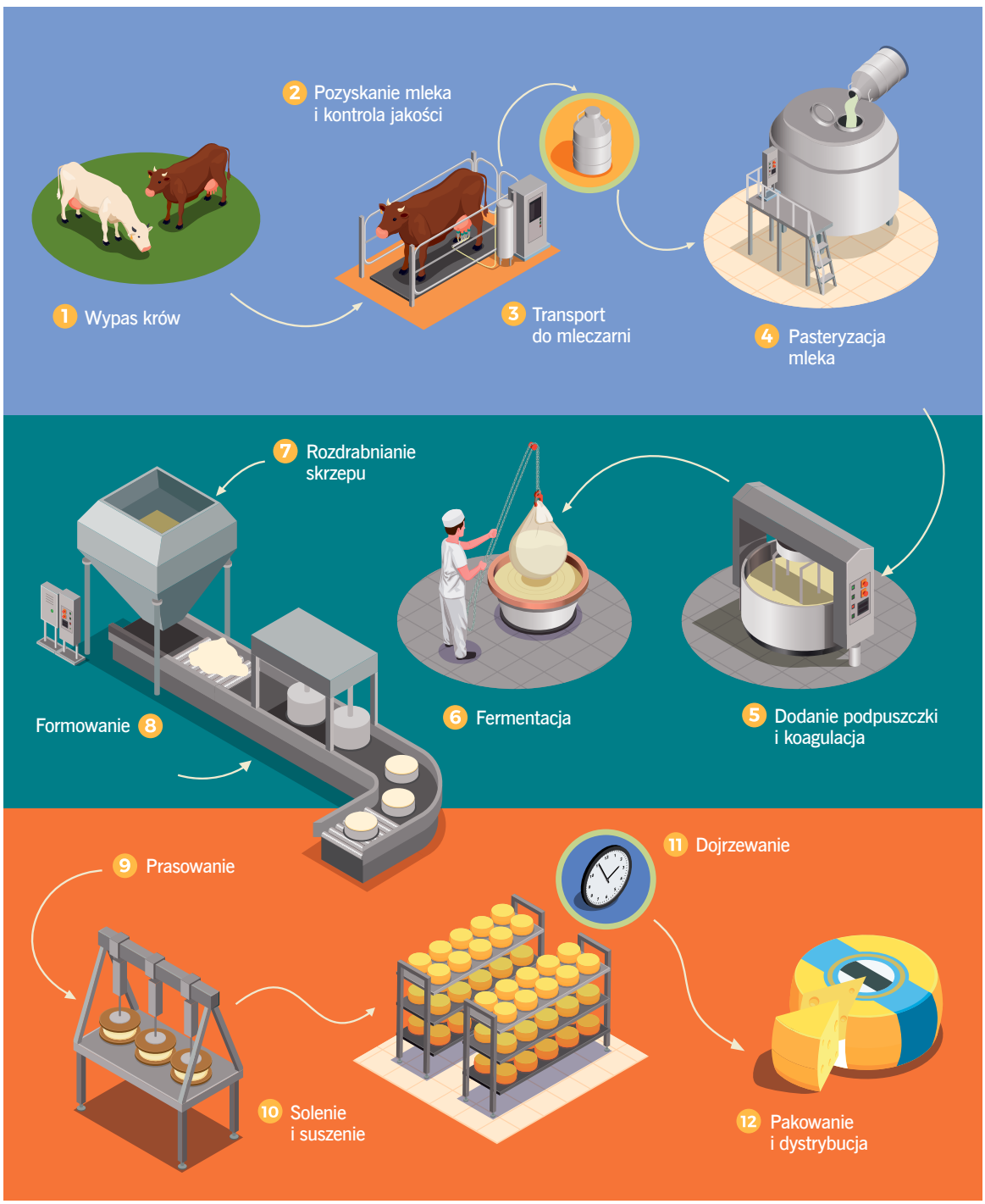
eprasa.pl 544b0e1a55

ryzyko wystąpienia demencji o 13%. Z uwagi na dużą ilość białka, fosforu i wapnia jest szczególnie polecany seniorom zagrożonym rozwojem osteoporozy. Dietetycy wskazują, że dzienne spożycie sera jako elementu zbilansowanej diety dla zdrowej osoby powinno wynosić 40–45 g. Do najzdrowszych – o wysokiej wartości odżywczej – należą m.in. serek wiejski, ricotta, mozzarella, gouda, camembert i brie.

Przez tysiąclecia ludzie doskonalili walory sera intuicyjnie, a jego tajemnice poznaliśmy dopiero w XIX w. Wraz z upływem lat i postępem biologicznym pojawiły się nowe smaki, aromaty i tekstury. Niezmienna zaś pozostaje nasza miłość do serów, które od tysięcy lat są nieodłącznym elementem naszych jadłospisów.

dr n. biol., tech. wet. Katarzyna Kornicka-Garbowska
Pracownik Katedry Biologii Eksperymentalnej
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
Prowadzi badania z zakresu medycyny regeneracyjnej, komórek macierzystych, zaburzeń endokrynologicznych oraz nutrigenomiki.

Technologia produkcji serów podpuszczkowych



Fot. Shutterstock

eprasa.pl 544b0e1a55

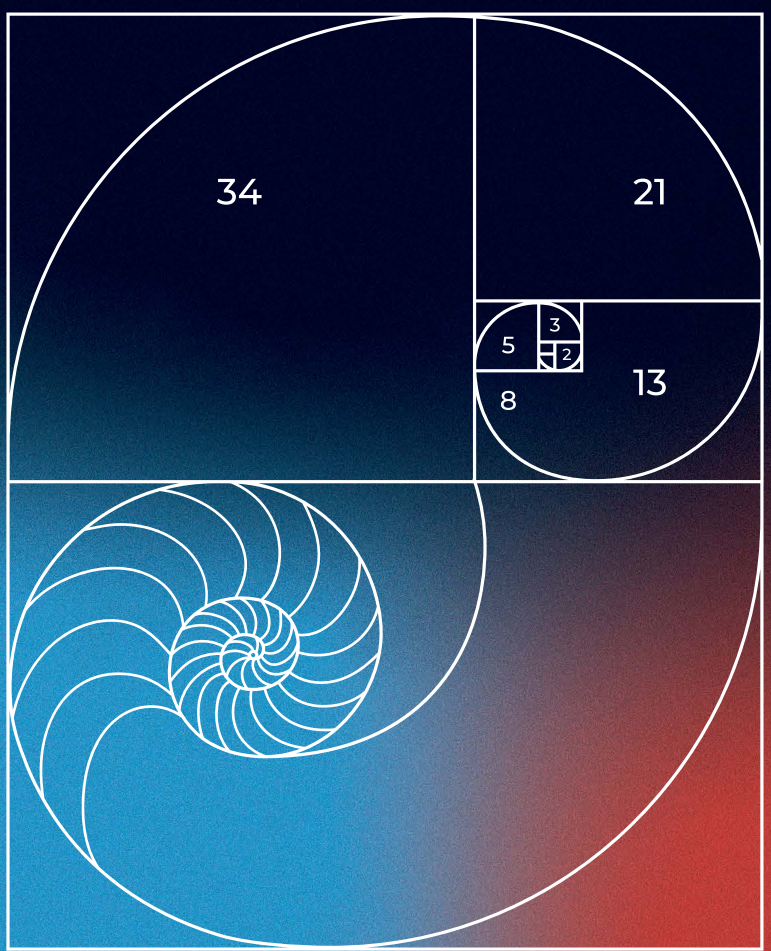
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

MISMaP

ZAPRASZAMY NA JEDYNE TAKIE W POLSCE

INTERDYSCYPLINARNE

STUDIA W UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM!

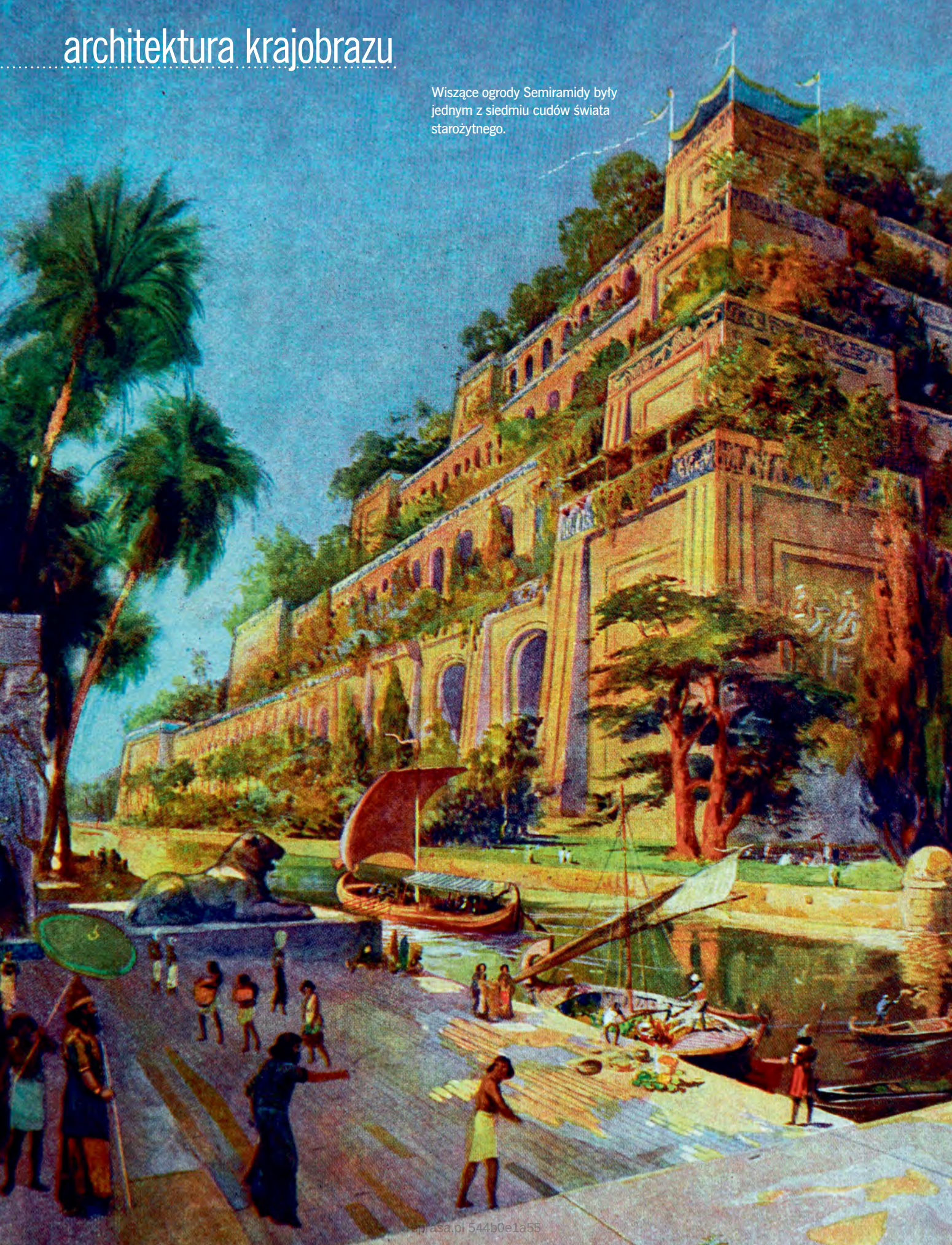


WWW.MISMAP.UW.EDU.PL

KOLEGIUM MIĘDZYWYDZIAŁOWYCH INDYWIDUALNYCH STUDIÓW MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH PROWADZI STUDIA MIĘDZYOBSZAROWE W NAUKACH:

• ŚCISŁYCH • PRZYRODNICZYCH • SPOŁECZNYCH • HUMANISTYCZNYCH

eprasa.pl 544b0e1a55



Wiszące ogrody Semiramidy były jednym z siedmiu cudów świata starożytnego.

epidemia.pl 544b0e1a55



Fot. Universal/Forum, AKG/Forum

HISTORIA OGRODÓW

Przez wieki ogrody wiązały się z bogactwem. Kształtowano je w specyficzny sposób.

MARIOLA RABSKA

NASI bardzo odlegli przodkowie skupiali się na zaspokajaniu podstawowych potrzeb, produkując jedzenie i proste narzędzia służące do jego zdobywania. W tym czasie każda ingerencja w otaczającą roślinność miała znaczenie czysto praktyczne. Dopiero wraz z rozwojem cywilizacji i ukształtowaniem się elit pojawiły się ogrody. To właśnie najbogatszych stać było na to, by nadwyżki zasobów przeznaczać na stworzenie czegoś, co pełniło w głównej mierze funkcję ozdobną.

W starożytności ogrody były elementem silnie kojarzonym z władzą i bogactwem. Prawdopodobnie najbardziej znanym przykładem są wiszące ogrody Semiramidy w Babilonie, jeden z siedmiu cudów świata starożytnego. Powstały na rozkaz króla Nabuchodonozora II zwanego Okrutnym. Składały się z szeregu sytuowanych nad sobą tarasów z systemem nawodnienia. Całość wznosiła się na wysokość ok. 22 m, co obecnie odpowiada 7-piętrowemu budynkowi. Na nizinnym terenie, na którym leżał Babilon, konstrukcja przypominająca górę dodatkowo podkreślała ogrom władzy króla. W Persji natomiast ogrody zyskały ogromne znaczenie i stanowiły podstawowy element towarzyszący pałacom. Miały charakter regularny; całość dzielono na cztery jednakowe części, a drzewa owocowe i ozdobne sadzono w rzędach. Towarzyszyły im zwierzyńce, co sprawiało, że całość kojarzyła się z rajskimi ogrodami.

Przez kolejne wieki ogrody zakładano przy obiektach sakralnych, zamkach, willach i pałacach. Istniały jednak również ogrody ogólnodostępne. O ile na Bliskim Wschodzie przestrzenie te były raczej zamknięte dla ogółu społeczeństwa, o tyle w starożytnej Grecji, w której miastach-państwach obowiązywał inny niż na Wschodzie system społeczno-polityczny, ogrody zakładano przy budynkach użyteczności publicznej. Cechowały się skromniejszą formą i bardziej ceniono ich praktyczność (uprawy warzywne, sady, gaje oliwne). Ideę ogrodów publicznych kontynuowali Rzymianie, co było szczególnie istotne w gęsto zaludnionej stolicy.

OD ŚREDNIOWIECZA DO RENESANSU

W średniowieczu znaczenie zyskały ogrody klasztorne, oddzielone od świata murami i w głównej mierze przeznaczone pod uprawę roślin. Istniały też ogrody zamkowe, często niewielkie ze względu na usytuowanie warownej budowli. Nie rezygnowano jednak z większych obszarów zieleni, ale lokowano je raczej poza murami. Zakładano także ogrody zabaw, służące rekreacji i rozrywce, oraz zielniki, w których uprawiano zioła, rośliny lecznicze i kwiaty. Większe ogrody



Wiszące ogrody Semiramidy nie zachowały się do dziś, ale podejmuje się liczne próby rekonstrukcji ich dawnego wyglądu.

eprasa.pl 544b0e1a55



W średniowieczu dla bezpieczeństwa ogrody otaczane były murami i to właśnie od ogrodzenia wzięła się ich nazwa.

ogólnodostępne dla mieszczan zaczęto projektować dopiero w XII i XIII w. Były to łąki spacerowe z alejami i stawami, tworzone w dużej mierze jako swoista atrakcja, wizytówka miasta, choć usytuowana poza jego granicami, tworzona przy ośrodkach handlowych i mająca zachęcić do przybywania do nich kupców. Łąki takie nazywano *prato*, a niektóre z nich zachowały się do dziś, np. Prado w Madrycie czy Prater w Wiedniu, ale również krakowskie Błonia.

W renesansie, przypadającym na XV i XVI w., główne kierunki w sztuce ogrodowej wyznaczali Włosi. Kompozycję ogrodu podporządkowywali oni architekturze ozdabianej budowli. Ogród mógł mieć kształt koła, w którego centrum znajdował się budynek otoczony pierścieniami kolejnych elementów założenia roślinnego. System ten nie cieszył się jednak popularnością ze względu na trudności z wkomponowaniem go w rzeźbę terenu. Powszechnie natomiast stosowano układ osiowy, gdzie elementy ogrodu sytuowano jak odbicie lustrzane po prawej i lewej stronie budynku. Kluczowe były tutaj symetria i uporządkowanie poszczególnych elementów. Taki układ kwaterowy wywodził się z ogrodów średniowiecznych, w których poszczególne części były w głównej mierze przeznaczone na uprawę roślin użytkowych i miały znaczenie praktyczne. Tu zaczęto stosować je jako elementy stricte dekoracyjne. Do dziś przetrwała rezydencja Villa d'Este w Tivoli wraz z otaczającymi ją ogrodami tarasowymi, będąca przykładem ogrodu w stylu włoskim. Została ona wpisana na listę światowego dziedzictwa UNESCO.

FRANCUSKA GEOMETRIA I ANGIELSKA NATURA

Opisując stosowane w ogrodach układy przestrzenne, najczęściej odwołujemy się do dwóch podstawowych stylów. Starszy, nazywany francuskim lub klasycznym, jest uporządkowany i poddany ścisłym regułom. Ukształtował się w XVII w. za czasów panowania Ludwika XIV, a wywodził się bezpośrednio z renesansowych ogrodów włoskich. Parki i ogrody urządzane w tym stylu cechują symetria i geometryczne kształty, zresztą nie tylko poszczególnych obszarów, ale często również samej roślinności (np. regularne formowanie pokroju drzew i krzewów). W parkach utrzymanych w tym stylu znajdziemy dużo schodów, tarasów, posągów oraz tzw. parterów kwiatowych (ogrodowych), czyli komponujących się razem grup kwietników w kształcie prostokąta lub bardziej złożonych figur geometrycznych, które często mają dekoracyjne spiralne obrzeża. Ponieważ takie nasadzenia są niskie, nie przysłaniają elementów znajdujących się dalej. Wyższe rośliny w ogrodach francuskich są z reguły przycinane i sadzone w szpalerach. Tworzą w ten sposób nie tylko przegrody, ale i tło dla rzeźb i innych detali dekoracyjnych. Od wcześniejszych ogrodów włoskich francuskie różnią się niejednorodnością poszczególnych



W średniowieczu wiele ogrodów miało charakter praktyczny. Tu widoczny zielnik z roślinami używanymi w medycynie.

eprasa.pl 544b0e1a55



Ogrody tarasowe wokół Villa d'Este w Tivoli utrzymane są w stylu włoskim.

części założenia, które nawiązują do pomieszczeń pałacowych, tworząc wnętrza o rozmaitych funkcjach. Mówi się więc tutaj np. o salach, gabinetach czy korytarzach ogrodowych.

Charakterystyczne przykłady stylu francuskiego to ogrody królewskie w Wersalu, zaprojektowane przez André Le Nôtre'a, który zapoczątkował ten styl, ale także Schönbrunn w Wiedniu, przy letniej rezydencji rodziny Habsburgów. W Polsce styl francuski możemy podziwiać przy Pałacu Branickich w Białymstoku, Zamku w Łańcucie czy w Wilanowie. Zasadniczą wadą takich założeń są wysokie koszty ich utrzymania, gdyż rośliny należy regularnie przycinać, a obiekty architektoniczne i rzeźby konserwować.

Drugi styl podstawowy, nazywany angielskim lub krajobrazowym, powstał na początku XVIII w. w Wielkiej Brytanii, ale inspirowany był sztuką Dalekiego Wschodu. Unika się w nim linii prostych. Styl ten powstał w wyniku prób całkowitego odejścia od wcześniejszego geometrycznego stylu francuskiego. Pierwszą osobą, która wprowadziła w pełni tę zasadę do kompozycji ogrodowych, był William Kent, a jako malarz i architekt wzorce czerpał także z malarstwa krajobrazowego. W stylu angielskim stosuje się duże powierzchnie trawników z grupami drzew i krzewów. Istotne są tutaj przede wszystkim nieregularne linie, które dotyczą również dróg i kształtu zbiorników wodnych. Ważną funkcję pełni tu gra światła i cienia. Pozostawia się rozległe osie widokowe, które tworzą głębię, i stosuje fizyczne przegrody, uniemożliwiające przejście do dalszej części ogrodu, ale bez ograniczania widoku. To np. rowy, fosy czy tarasy, a ich nazwa (*aha*) ma odzwierciedlać zachwyt obserwującego. Największym założeniem w stylu angielskim w Polsce jest Park Mużakowski, położony na granicy polsko-niemieckiej. Przegrodzony jest Nysą Łużycką i współdzielony przez oba państwa. Najsłynniejszym ogrodem w stylu angielskim w naszym kraju była Arkadia w pobliżu Łowicza, założona przez Helenę Radziwiłłową. Główną wadą ogrodów w stylu angielskim jest czas, jaki musi minąć od ich założenia do osiągnięcia przez nie pełni uroku i docelowej formy. W parkach i ogrodach, które możemy dziś podziwiać, te dwa style – francuski i angielski – bardzo często się spotykają.

W ogrodach Villa d'Este dużą rolę odgrywa woda w formie fontann, wodospadów, basenów i kanałów.



Fot. Heritage/Forum, AKG/Forum, Shutterstock (2)

WIEK XIX

Trendy w ogrodnictwie nie były już tak jednolite, a każde państwo kształtowało odrębne kierunki rozwiązań architektoniczno-kompozycyjnych. Wiązało się to po części z przemianami społecznymi i coraz powszechniejszym tworzeniem ogólnodostępnych parków i ogrodów, które miały być dostosowane do potrzeb lokalnego społeczeństwa. W okresie tym zaczęły również powstawać arboreta jako miejsca gromadzenia i ekspozycji różnych gatunków drzew i krzewów. Wielu właścicieli ziemskich przekształcało tak parki, niejednokrotnie je powiększając, czego przykład znajdziemy w Gołuchowie. Arboreta mogły stanowić też jedynie część większej całości, z czym mamy do czynienia np. w najstarszym w Polsce ogrodzie botanicznym, należącym do Uniwersytetu Jagiellońskiego. Najbogatsze w gatunki w naszym kraju jest arboretum Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku, które w tym roku obchodzi 200-lecie powstania, a założone i wzbogacane było przez hrabiów Działyńskich i Władysława Zamoyskiego.

Nie tylko drzewa zaczęto eksponować w ogrodach, ale i zwierzęta. Początki ogrodów zoologicznych sięgają schyłku XVIII w., kiedy stworzono menażerię paryską, czyli ogród z pawilonami dla zwierząt. Wzorowano na nim organizowane kilka dekad później ogrody zoologiczne. W I poł. XIX w. na samych Wyspach Brytyjskich powstały cztery takie przestrzenie w ciągu 10 lat, ale założono je również w Amsterdamie, Antwerpii czy Berlinie. Ogrody zoologiczne miały w głównej mierze charakter parków w stylu angielskim.



Ogrody królewskie w Wersalu, zaprojektowane przez André Le Nôtre'a, stanowią najstarszy przykład stylu francuskiego.

ŻYWOPŁOTY, TRAWNIKI, KWIETNIKI…

Żywopłoty mogą być równo przystrzyżonymi ścianami zieleni (kosztowne i pracochłonne w utrzymaniu, gdyż muszą być regularnie formowane) bądź lekko lub wcale

Przy pałacu królewskim w Wilanowie znajdziemy przykład ogrodów w stylu francuskim.





Geometryczne kształty i symetria to cechy parku znajdującego się przy wiedeńskim Pałacu Schönbrunn, letniej rezydencji Habsburgów



Ogród w stylu francuskim przy Pałacu Branickich w Białymstoku

nieprzycinanymi roślinami. Gęste, trudne do pokonania ściany zieleni formowano przez wieki na kształt labiryntów. Nie każdy z nich jednak tworzono po to, by się w nim gubić. Niektóre, zwane płaskimi, obsadzano niskimi roślinami i miały być jedynie elementem dekoracyjnym. Labirynty projektowano najczęściej na planie koła lub kwadratu z centralnie umieszczonym placykiem, gdzie znajdowały się takie elementy, jak altanka, drzewo, rzeźba czy ławka do wypoczynku. Formy te miały charakter symboliczny, a ich zadaniem było skłonienie do refleksji nad skomplikowanymi ścieżkami życia. Labirynty stosowano w ogrodach od starożytności i znalazły swoje miejsce również w ogrodach w stylu angielskim, ale tam zmieniono ich wygląd, stosując kręte i zawiłe, a nie geometryczne ścieżki. Od połowy XIX w. całkowicie zaprzestano ich tworzenia.

Kwietniki zaś pełnią funkcję typowo dekoracyjną. Niektóre powstają na jeden sezon, z gatunkami jednorocznymi lub nieodpornymi na zimno. Z kolei te

W ogrodach w stylu francuskim dużą rolę odgrywają kwietniki, trawniki i żywopłoty. Na zdj. ogród przy Zamku w Łańcucie.



Fot. Shutterstock (4), Alamy/Indigo

eprasa.pl 544b0e1a55



Rozległy Park Mużakowski współdzielony jest przez Polskę i Niemcy. Został wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO.

złożone z bylin, krzewinek, a czasem nawet niskich krzewów, zakładane są na lata. W zależności od kształtu kwietniki nazywamy rabatami (prostokątne) lub klombami (okrągłe lub owalne). Swojej specyficznej nazwy doczekały się kwietniki złożone z róż – zwane rozariami – a także ogródki obsadzone wyłącznie gatunkami górskimi, zwane alpinariami. Myląc może tu być pojęcie ogrodów skalnych, które od alpinariów różnią się tym, że w ich kompozycji nie ma znaczenia, z jakich rejonów pochodzą rośliny, i mogą to być zarówno gatunki górskie, jak i nizinne.

Trawniki mimo swej prostoty zajmują w większości parków i ogrodów znaczne powierzchnie, a ich rolą jest uwydatnianie bardziej złożonych elementów kompozycji. W baroku trawniki umieszczano często we wgłębnikach, czyli celowo obniżonej części ogrodu. Zobaczymy je np. przy Zamku Królewskim w Warszawie. Wyróżnia się trzy podstawowe typy trawników: gazonowe (koszone co ok. 2 tyg., nawożone i podlewane), parkowe (koszone 2–3 razy w sezonie) i łąkowe (często wysiewa się na nich nie tylko trawy, ale również rośliny kwiatowe, a wtedy są to tak zwane łąki kwietne).

Ze względu na nakład pracy związany z koszeniem traw coraz częściej w parkach i ogrodach miejskich odchodzi się od nich na rzecz roślin okrywowych. Oprócz pozytywnych aspektów finansowych mają one również dobroczynny wpływ na glebę, chroniąc ją przed erozją i degradacją. Do roślin okrywowych zalicza się krzewinki, niskie krzewy czy rośliny zielne, które tworzą zwarte runo, a jednocześnie mają estetyczny wygląd. Na danym obszarze stosuje się jeden lub wiele gatunków w odpowiedniej kompozycji. Jako rośliny okrywowe sprawdzają się m.in. bodziszek korzeniasty, turzyca orzęsiona, kopytnik pospolity, rozchodniki, irgi, tawuły czy paprocie. Kompozycja z roślin okrywowych może też być zimozielona, gdy tworzą ją np. bluszcz, barwinek bądź niskie odmiany jałowców.

Rośliny większych rozmiarów muszą być umiejscawiane w ogrodach według innych reguł niż zielne. Posadzone w jednej linii tworzą szpaler, w którym korony zazwyczaj się stykają, choć niekoniecznie ściśle. Z kolei układ z dwóch lub więcej równoległych rzędów określa się mianem alei. Jeśli korony drzew rosnących naprzeciwko łączą się, tworząc sklepienie, mówimy



Wokół zamku w Gołuchowie znajduje się park arboretum, który dziś służy nie tylko celom estetycznym, ale i edukacyjnym.

eprasa.pl 544b0e1a55



Akwedukt w ogrodzie Arkadia w Nieborowie, który był jednym z pierwszych założeń w stylu angielskim w Polsce.

o alei zamkniętej. Najczęściej spotykane są układy dwurzędowe, ale występują także bardziej rozbudowane kompozycje: podwójne, a nawet potrójne, z czterech i sześciu szpalerów, z najszerszym ciągiem centralnym i węższymi bocznymi.

Drzewa tworzące aleje wzdłuż dróg pełniły dawniej bardzo istotne funkcje. Przed wieloma laty rzucany przez nie cień był szczególnie kojący dla wędrujących na duże odległości ludzi. Chroniły one ich też przed wiatrem i śniegiem, a w momencie owocowania mogły dostarczać pożywienia. Ponadto wyznaczały kierunek podróży, co było szczególnie istotne zimą, gdy cały teren pokrywała gruba warstwa białego puchu.

Dodatkowo również te przydrożne, a nie tylko parkowe, aleje pełnią funkcję estetyczną i kulturową. Już starożytni obsadzali drogi drzewami, ale prawdziwy rozkwit tej idei nastąpił pod koniec XVIII w. Przy drogach reprezentacyjnych sadzono głównie dęby, przy zwykłych drogach publicznych – lipy i jesiony, a na wsiach – wierzby, brzozy i drzewa owocowe.

W latach 90. ub.w. w celu ochrony drzew przydrożnych utworzono Niemiecki Szlak Alei. Co ciekawe, powstał on z inicjatywy stowarzyszenia zrzeszającego kierowców i miłośników motoryzacji, którzy nie tylko nie naciskali na ich wycinkę, ale wręcz zabiegali o ich ochronę. Aleje były wtedy szczególnie zagrożone, gdyż w latach 90. wprowadzano liczne zmiany dotyczące infrastruktury drogowej w związku z jednoczeniem się Niemiec. Szlak ten stanowi obecnie krajobrazową trasę turystyczną i obejmuje ok. 2,5 tys. km.

Aleje pełnią jednak nie tylko funkcję estetyczną i kulturową, ale są również ważne pod względem ekologicznym. Drogą poruszają się ludzie, natomiast za pośrednictwem przydrożnych drzew, równolegle do człowieka, przemieszczają się inne gatunki, zwłaszcza zwierząt związanych ze środowiskiem leśnym, dla których aleje stanowią korytarz w krajobrazie rolniczym pozwalający dotrzeć do kolejnego kompleksu leśnego. Ponadto aleje często tworzone są przez stare drzewa, będące szczególnie cennym siedliskiem dla zagrożonych gatunków jak pachnica dębowa, chrząszcz o wysokim statusie ochronnym w Unii Europejskiej. Występowanie pachnicy jest ściśle związane z obecnością starych, dziuplastych drzew.

Ciekawym elementem, który ma szczególne znaczenie w ogrodach angielskich, jest soliter, czyli rosnące samotnie drzewo lub krzew. Dzięki temu, że wzrasta bez obecności innych osobników, jego korona staje się rozłożysta i nabiera szczególnych walorów dekoracyjnych. Jako solitery używa się przede wszystkim odmian o ciekawym pokroju korony lub obficie kwitnących.

dr n. biol. Mariola Rabska
Adiunkt w Instytucie Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku.
Zajmuje się ekofizjologią roślin dwupiennych.



Niektóre labirynty były jedynie ozdobami.



W Niemczech utworzono krajobrazową trasę biegnącą drogami obsadzonymi drzewami.

Fot. Shutterstock (3), Alamy/Indigo, Imagebroker/Forum

eprasa.pl 544b0e1a55



Marsjański meteoryt NWA 7034, nazywany Black Beauty, waży ok. 320 g.

eprasa.pl 544b0e1a55

ŁOWCY METEORYTÓW

Gdy nocne niebo rozdziera gwałtowny błysk bolidu, dla większości świadków to jedynie widowiskowy spektakl astronomiczny. Dla wąskiej grupy profesjonalistów oznacza sygnał do natychmiastowej mobilizacji.

KAMIL NADOLSKI



Sprzęt do poszukiwania meteorytów – wykrywacze metalu i łopata

Fot. NASA, Alamy/Indigo

O SIEMNASTEGO lutego 2025 r. o godz. 18:04 mieszkańcy wielu regionów Polski zobaczyli na niebie jasny bolid. Gdy tylko zapis zjawiska trafił do analiz, zaczął się wyścig z czasem. Należało jak najszybciej wyznaczyć obszar poszukiwań i wyjść w teren, zanim deszcz, błoto i zwykły przypadek zniszczą najcenniejsze ślady. Sieć Skytinel (projektu skutecznego monitoringu nieba nad Polską) podała, że wiele stacji obserwacyjnych uchwyciło zjawisko, co pozwoliło wskazać przypuszczalne miejsce spadku meteorytów w okolicach Drelowa na Lubelszczyźnie. Meteoroid został zarejestrowany przez 10 kamer. Udało się obliczyć jego orbitę, trajektorię i obszar rozsypu, a największy fragment (ważący 517 g) zlokalizowano już kilka dni po spadku. Według oficjalnego wpisu w Meteoritical Bulletin znaleziono 60 fragmentów o łącznej masie ok. 3,7 kg. Wszystkie trafiły do badań na Uniwersytecie Śląskim, gdzie poddano je analizie klasyfikacyjnej z wykorzystaniem obrazowania mikroskopowego i analizom w mikroobszarze (za pomocą mikrosondy elektronowej).

Takie chwile najlepiej pokazują, jak naprawdę wygląda współczesne poszukiwanie meteorytów. Nie chodzi tylko o wędrowanie z wykrywaczem metali po polach i liczenie na szczęście. Najpierw jest sieć kamer, potem żmudne obliczenia, a dopiero później marsz przez łąki w poszukiwaniu drobnych ciemnych odłamków. Świeżo odnaleziony meteoryt ma ogromną wartość naukową, bo jego materia nie weszła jeszcze w intensywną reakcję z ziemskim środowiskiem. Im szybciej zostanie zabezpieczony, tym więcej można z niego wyczytać o historii Układu Słonecznego. Widowiskowy spektakl astronomiczny na całym świecie jednoczy grupy zapaleńców, którzy z poszukiwań meteorytów uczynili sposób na życie.

KTO PIERWSZY, TEN LEPSZY

W zbiorowej wyobraźni łowca meteorytów to samotnik, który z plecakiem i wykrywaczem metalu przemierza pustynię w poszukiwaniu czarnego kamienia z kosmosu. Rzeczywistość jest jednak bardziej złożona. Współczesne polowanie na meteoryty to starcie trzech światów: instytucji naukowych, zawodowych handlarzy oraz lokalnych mieszkańców. Naukowcy dysponujący ograniczonymi budżetami muszą ścigać się z prywatnymi inwestorami, którzy za rzadkie okazy, np. te pochodzące z Marsa lub Księżyca, są gotowi zapłacić dziesiątki tysięcy dolarów.

Meteoritical Society, najważniejsze międzynarodowe stowarzyszenie zajmujące się meteorytyką, podkreśla, że do jego członków należą zarówno naukowcy, badacze amatorzy, jak i pasjonaci. Jedną z legend branży poszukiwaczy meteorytów jest Amerykanin Robert Haag, znany w środowisku jako Meteorite Man. Urodzony w 1956 r. kolekcjoner i handlarz w ciągu kilku dekad stworzył jeden z największych prywatnych zbiorów kosmicznych skał na świecie. Jako nastolatek wychowywał się w środowisku Tucson Gem and Mineral Show, największych targów mineralogicznych w Stanach Zjednoczonych. Kiedy w młodości odkrył, że meteorytami można handlować, kierunek jego życia był już wyznaczony. Dziś Haag jest symbolem branży, która oficjalnie nie istnieje, ale generuje wielomilionowe obroty: prywatnego zbieractwa meteorytów. W tym świecie każdy jest potencjalnym rywalem. Kiedy w 2011 r. na piaskach Sahary Zachodniej odkryto fragmenty niezwykłego meteorytu marsjańskiego, nazwanego później Black Beauty, nikomu nieznana miejscowość Rabt Sbayta z dnia na dzień zamieniła się w obóz. Setki ludzi systematycznie przeszukiwały pustynię wzdłuż i wszerz pola rozrzutu o długości ok. 10 km. Chętnych było wielu – wartość

eprasa.pl 544b0e1a55

1 g meteorytu szacowano na 1000 dol. Obowiązywała tylko jedna zasada – kto pierwszy, ten lepszy.

Konsekwencje takiego wyścigu bywają dramatyczne. W styczniu 1990 r. Robert Haag pojechał do Argentyny z zamiarem legalnego, jak twierdził, zakupu jednego z największych meteorytów żelaznych na Ziemi. Tamtejszy pośrednik oferował mu za 200 tys. dol. El Chaco, czyli ważący 37 t fragment meteorytu Campo del Cielo. Miał należeć do właściciela ziemi. Haag został jednak zatrzymany przez argentyńskie władze pod zarzutem wywozu chronionych zasobów geologicznych. Opuścił kraj dopiero po wpłaceniu kaucji. Incydent ujawnił coś, o czym środowisko wiedziało od dawna. Granica między pasjonatem, handlarzem a przemytnikiem bywa w tej branży wyjątkowo cienka.



Stacja obserwacyjna DFN z panelami słonecznymi, osłoną termiczną i anteną GNSS+GSM służy do rejestrowania bolidów i wspierania poszukiwań meteorytów.

MONITORING NIEBA

Pierwszym udokumentowanym przypadkiem, gdy bolid został jednocześnie zarejestrowany przez kilka stacji instrumentalnych, był upadek meteorytu Příbram w Czechosłowacji 7 kwietnia 1959 r. Po tym sukcesie Obserwatorium Ondřejov w Czechach zaczęło organizować sieć kamer bolidowych, która stopniowo się rozbudowywała i ok. 1968 r. przyjęła nazwę European Fireball Network. Dziś jest najstarszą ciągle działającą siecią obserwacyjną tego typu na świecie. Składa się z 34 stacji kamer rozmieszczonych w Niemczech, Czechach, Belgii, Luksemburgu, Szwajcarii, Słowacji i Austrii. Kamery dzieli odległość ok. 100 km, łącznie pokrywają obszar mniej więcej 1 mln km^2 i fotografują całe widoczne niebo. EFN rejestruje rocznie jakieś 10 tys. klatek i dokumentuje blisko 1200 godz. obserwacji przy bezchmurnym niebie, wykrywając 50 dużych meteorów rocznie. Kluczową cechą sieci jest możliwość jednoczesnej obserwacji obiektu z kilku stacji, co pozwala na trójwymiarową rekonstrukcję trajektorii metodą triangulacji. Najważniejszy dotychczasowy sukces sieci wiąże się z upadkiem meteorytu Neuschwanstein 6 kwietnia 2002 r. Dane z kilku stacji umożliwiły precyzyjne wyznaczenie nie tylko jego trajektorii w atmosferze, ale też orbity wokół Słońca. Cenna informacja, którą rzadko udaje się pozyskać.

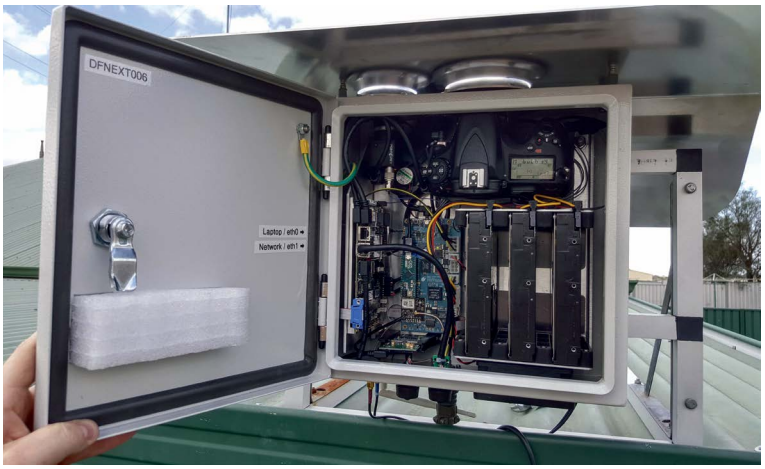


Meteoryt z Campo del Cielo w Argentynie należy do największych znanych okazów znalezionych na Ziemi.

eprasa.pl 544b0e1a55



Kamera AllSkyCam zarejestrowała moment, w którym jasny bolid przeciął niebo nad Idaho.



Wnętrze nowoczesnej stacji DFN. Aparatura automatycznie rejestruje przeloty bolidów.

W Australii powstała sieć o innej filozofii. Zamiast gęstości stacji postawiono na zasięg. Desert Fireball Network (DFN), z siedzibą na Curtin University w Perth, zaczęła działać w 2005 r. Jej początkiem była próbna instalacja trzech kamer filmowych na Nullarborze, a obecnie to rozproszona sieć ponad 50 w pełni autonomicznych cyfrowych obserwatoriów, która nieustannie monitoruje 3 mln km^2 nocnego nieba. To jedna trzecia australijskiej przestrzeni powietrznej.

Inaczej podeszli do problemu Francuzi. W 2013 r. Agence Nationale de la Recherche zatwierdziła finansowanie projektu FRIPON (Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network), kierowanego przez François Colas'a z Obserwatorium Paryskiego. Sieć ta obejmuje dziś 150 kamer i 25 odbiorników radiowych i działa na terenie Europy Zachodniej i miejscami w Kanadzie, a pokrywa łącznie obszar o powierzchni niemal 1,5 mln km^2. Do tej pory wykryła prawie 4 tys. meteoroidów i jest pierwszą w pełni zautomatyzowaną wysokogęstościową siecią obserwacji meteorów w skali globalnej. Kiedy jedna z kamer FRIPON wykryje bolid, sygnał trafia do centralnego komputera na Université Paris-Saclay. Po potwierdzeniu zdarzenia przez co najmniej dwie kamery system automatycznie oblicza przewidywane pole rozrzutu: obszar o wymiarach 1x10 km – i natychmiast wysyła dane do naukowców FRIPON.

Równolegle z optycznymi sieciami kamer działa globalna sieć sensorów infradźwiękowych i to ona pierwsza zarejestrowała jeden z najbardziej dramatycznych upadków ostatnich dekad. 15 lutego 2013 r. nad Czelabińskiem w Rosji wybuchł meteoroid o średnicy 18 m. Pierwsze nagranie infradźwiękowe zdarzenia pochodziło ze stacji na Alasce, ponad 6500 km od Czelabińska. Bolid był obserwowany nie tylko przez kamery i niskopoziomowe detektory infradźwiękowe, ale też przez sensory rządu USA. Jego eksplozywna

Metody poszukiwawcze meteorytów

Fundamentalna zasada jest prosta: szukaj na tle wolnym od naturalnych skał. Dlatego przez ostatnie pół wieku wracano do tych samych miejsc – wielkich pustyń. Sahara, Atakama, australijski Nullarbor, pustynie Arabii. Wszystkie łączą jasne jednorodne podłoże, minimalna roślinność i suchy klimat spowalniający wietrzenie. Na terenach innych niż lód czy jaskrawobiały piasek oko zawodzi. Wówczas do gry wkraczają narzędzia. Najprostszym i najstarszym jest magnes umocowany w rozwidleniu kija lub zawieszony na sznurku. Pozwala namierzyć meteoryty żelazne i żelazno-kamienne, zawierające spore ilości metalu. Obecnie powszechnie używa się wykrywaczy metali. Współcześni łowcy sięgają po urządzenia pulsacyjno-indukcyjne (PI), projektowane pierwotnie do poszukiwania złota (modele z serii Minelab GPX), które działają niezależnie od mineralizacji podłoża i mają głębszy zasięg niż standardowe urządzenia VLF. Jest to sprzęt kosztowny, ale niezastąpiony na mineralnych glebach Sahary, gdzie tańsze detektory dają fałszywe sygnały. Magnetometry i mierniki podatności magnetycznej pozwalają na odróżnienie prawdziwego meteorytu od tzw. meteorwronga (anglojęzyczny termin na skałę ziemską mylnie wziętą za meteoryt) bez uszkodzenia powierzchni okazu. Zachowanie naturalnej powierzchni i warstwowania jest kluczowe w późniejszych badaniach naukowych.

Fot. Rmhowie (2), Shutterstock, Caters/Forum

eprasa.pl 544b0e1a55

fragmentacja wygenerowała falę uderzeniową o energii równoważnej 500 kt trotylu.

Dane generowane przez opisane systemy często są publicznie dostępne lub trafiają do otwartych baz, zanim naukowcy zdążą zorganizować ekspedycję. To paradoks. Im precyzyjniejszy system detekcji i szerszy dostęp do informacji, tym naukowcy mają mniej czasu, by wyprzedzić konkurencję. W momencie, gdy trajektoria i przybliżone miejsce upadku pojawiają się w sieci, rozpoczyna się wyścig.

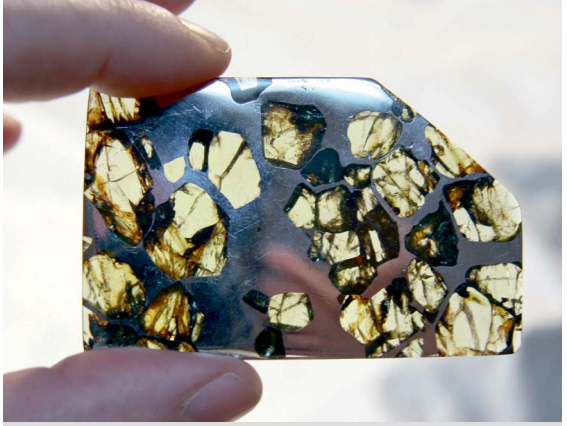
KOSMICZNY INTERES

Ile można zarobić na meteorytach? To zależy od ich rozmiaru i pochodzenia. W 2021 r. na aukcji w Christie's w Londynie kawałek meteorytu Fukang, pallasytu odkrytego rok wcześniej w Chinach, sprzedano za ok. 723 tys. dol., ustanawiając rekord ceny publicznej aukcji dla pojedynczego meteorytu. W 2025 r. w domu aukcyjnym Sotheby's w Nowym Jorku licytowano kawałek Czerwonej Planety. Meteoryt NWA 16788, najcięższy (24,5 kg) znany fragment Marsa na Ziemi, osiągnął cenę 5,3 mln dol. Pobił tym samym wszelkie dotychczasowe rekordy cen meteorytów na aukcjach publicznych. Licytacja trwała 15 min. Tożsamości nabywcy nie ujawniono. Rynek meteorytów, podobnie jak rynek sztuki, rządzi się logiką rzadkości, piękna i proweniencji, tyle że wiek eksponatów liczy się w miliardach lat, nie w stuleciach. Nieklasyfikowane chondryty kamienne, zebrane przez nomadów na Saharze, dostępne są już od ok. 0,50 dol. za gram. Piękne okazy z upadku Gao-Guenie w Burkina Faso z 1960 r. można kupić za ok. 1,50 dol. za gram. Na początku skali są rzadkie okazy księżycowe i marsjańskie, które osiągają 1000 dol. za gram lub więcej, co czyni je prawie jedenastokrotnie droższymi niż złoto.

Według Thomasa Lindgrena, konsultanta do spraw historii naturalnej Bonhams, jednego z najstarszych domów aukcyjnych w Londynie, najważniejszym aspektem sprzedaży meteorytów jest ustalenie ich legalności, autentyczności i oryginalności. Lecz co właściwie oznacza w tym przypadku legalność? Intuicja podpowiada, że ten, kto znalazł meteoryt, jest jego właścicielem. Prawo jednak nierzadko mówi co innego, a w każdym państwie wygląda to inaczej. Nie ma globalnego traktatu z jednolitym standardem. Są tylko setki rozbieżnych krajowych regulacji, które nierzadko są niejasne lub po prostu przestarzałe. Dla łowców i kolekcjonerów ta prawna mozaika oznacza codzienne ryzyko. W Stanach Zjednoczonych, będących największym rynkiem meteorytów, obowiązuje zasada prosta w swym wyrazie. Orzeczenia sądowe od ponad stu lat



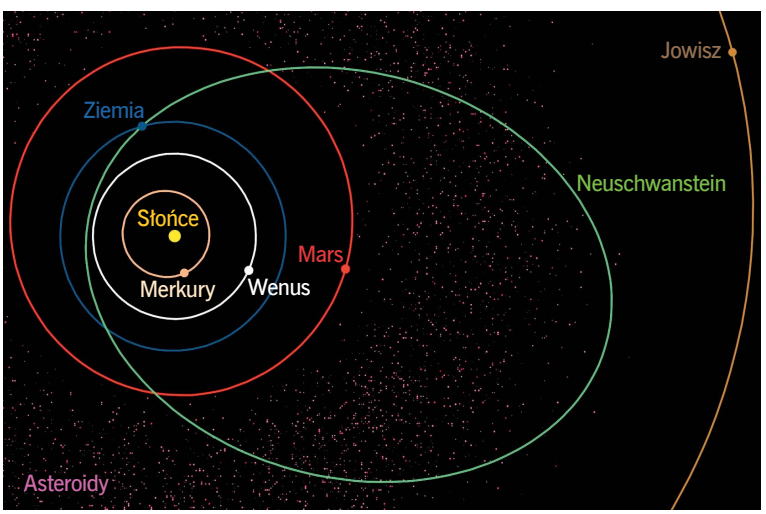
Fragment meteorytu Neuschwanstein, który spadł w Bawarii w 2002 r., niedaleko słynnego zamku o tej nazwie. Monachijskie Museum Reich der Kristalle.



Przekrój meteorytu Esquel. Obiekt składa się z mieszaniny żelaza i niklu oraz perydotu, składników dawnej planetoidy.

Kategorie meteorytów

Meteoryty dzieli się na podstawie składu chemicznego i mineralogicznego na kamienne, żelazne i żelazno-kamienne. Kamienne stanowią ok. 94% wszystkich znanych meteorytów, żelazne – ok. 5%, a żelazno-kamienne – ok. 1%. Dominującą grupą meteorytów kamiennych są chondryty, wywodzące się z pasa asteroid, gdzie kolizje i zaburzenia grawitacyjne skierowały je na orbity przecinające Ziemię. Chondryty uformowały się ok. 4,56 mld lat temu jako część ich macierzystych asteroid.



Orbitę meteorytu Neuschwanstein zrekonstruowano na podstawie danych European Fireball Network.

eprasa.pl 544b0e1a55



Ślad po bolidzie nad Czelabińskiem. To jedno z najgłośniejszych współczesnych zdarzeń meteorytowych

konsekwentnie przyjmują, że meteoryt należy do właściciela gruntu, na który spadł lub na którym został znaleziony. W Europie Zachodniej większość krajów przyjmuje podobną zasadę: meteoryt na prywatnej działce należy do właściciela gruntu. Wielka Brytania nie zgłasza roszczeń do meteorytów znalezionych na prywatnej ziemi. Niemcy i Francja stosują prawo własności gruntu bez specjalnej regulacji. Australia natomiast przyjęła podejście diametralnie inne. Kwestia ta jest rozstrzygana przez prawo stanowe; nie ma w tym kraju ogólnej normy. W Australii Zachodniej wszystkie meteoryty są własnością państwa na mocy ustawy *Museum Act*, podczas gdy w Australii Południowej należą do Korony i są zarządzane przez SA Museum. Terytorium Północne również deklaruje, iż meteoryty są własnością Korony na mocy *Meteorites Act* z 1987 r. Znalazcy muszą zgłaszać odkrycia do odpowiedniego muzeum.

Antarktyka to szczególny przypadek w prawie meteorytycznym, a dotyczy... ponad 40% wszystkich skatalogowanych meteorytów na Ziemi. Zbieranie ich w celach handlowych nie jest formalnie zakazane, ale coś takiego się potępia. Nic w tekście rezolucji nie zabrania wprost poszukiwania okazów przez prywatne ekspedycje lub osoby fizyczne – ale warunek jest taki, że ich działania będą uzupełniać badania naukowe. W praktyce meteoryty antarktyczne są zbierane wyłącznie przez ekspedycje rządowe i trafiają do trzech głównych instytucji: NASA w USA, Narodowego Instytutu Badań Polarnych w Japonii (NIPR) lub grupy EUROMET w Europie.

W Polsce status prawny meteorytów pozostaje przedmiotem sporów doktrynalnych. Choć ustawa o ochronie zabytków z 2003 r. przestała wymieniać je wprost, większość prawników wskazuje na „Kodeks

Jak rozpoznać meteoryt?

Trzymasz w ręku kamień, który jest cięższy, niż powinien. Czarny, z lekko przetopioną wygładzoną powierzchnią. Magnes przyciąga go pewnie, choć nie tak silnie jak metalowe narzędzia. Nic dookoła nie wygląda podobnie. Czy to meteoryt? Odpowiedź nie jest tak prosta, jak mogłoby się zdawać. Doświadczeni łowcy rozpoznają meteoryt przez kombinację cech, z których żadna sama w sobie nie jest dowodem rozstrzygającym. Pierwszą i najważniejszą jest kora obtopieniowa. Gdy powietrze w ścieżce lotu skały ulega gwałtownemu sprężeniu, jego temperatura rośnie i powoduje topnienie zewnętrznej warstwy kamiennego meteorytu. Drugą cechą są regmaglipty, zwane potocznie odciskami kciuka. Te płytkie zagłębienia na powierzchni niektórych meteorytów wyglądają jak płaskie odciski palca w glinie. Tworzą się podczas przelotu przez atmosferę. Trzecia cecha to magnetyczność. Większość meteorytów przyciąga magnes, bo zawiera żelazo w formie metalicznej, niklowo-żelazny stop nieobecny w typowych skałach ziemskich. Czwartą jest gęstość właściwa – meteoryt jest wyraźnie cięższy niż ziemska skała tej samej wielkości. Gęstość meteorytów kamiennych jest 3–4 razy większa niż wody, meteorytów żelazno-kamiennych – 4–5 razy, a żelaznych nawet 7–8 razy większa. Piąta cecha, widoczna tylko po przełamaniu lub nacięciu okazu, to metaliczne drobiny w przekroju (w chondrytach) lub widoczne chondrule (kuliste struktury o średnicy ok. 1 mm, zestalone krople stopionej materii z wczesnej mgławicy słonecznej, sprzed uformowania się planet).



Fragment meteorytu Gibeon. Widać charakterystyczne płytkie zagłębienia.

Fot. Doug Bowman, High Contrast., Florian Schweidler (Tuefhl), Shutterstock (2)

eprasa.pl 544b0e1a55

Słowniczek podstawowych pojęć

Meteoroid – naturalne ciało kosmiczne (zazwyczaj fragment asteroidy lub komety), poruszające się w przestrzeni międzyplanetarnej. Może mieć rozmiary od pojedynczego ziarna pyłu po kilkumetrowy głaz.

Meteor – zjawisko świetlne i cieplne powstające w chwili, gdy meteoroid wchodzi z dużą prędkością w atmosferę Ziemi. Tarcie i sprężanie powietrza nagrzewają obiekt do kilku tysięcy stopni Celsjusza, powodując jego rozżarzenie i odparowanie. To właśnie meteor, nie meteoryt, jest tym, co potocznie nazywamy spadającą gwiazdą. Większość meteoroidów całkowicie spala się na wysokości 80–120 km nad powierzchnią Ziemi i nigdy nie dociera do gruntu.

Bolid – wyjątkowo jasny meteor, znacznie przekraczający jasnością Wenus (jasność obserwowana powyżej -4^m). Często towarzyszą mu wyraźne efekty akustyczne, uderzenia fal dźwiękowych słyszalne jako grzmoty lub eksplozje. Bolidy to zazwyczaj większe, kilkudziesięciocentymetrowe lub kilkumetrowe obiekty, które docierają głębiej w atmosferę, zanim się rozpadną. Część z nich staje się źródłem meteorytów na powierzchni Ziemi.

Meteoryt – fragment ciała kosmicznego, który przetrwał wejście w atmosferę Ziemi i dotarł do jej powierzchni. Jest to jedyne z czterech pojęć opisujące obiekt fizyczny znajdujący się na ziemi lub w ziemi, który można wziąć do ręki, zbadać i skatalogować. Oficjalny status meteorytu nadaje Komitet Nomenklatury Meteoritical Society po przeprowadzeniu klasyfikacji laboratoryjnej i wpisaniu okazu do Meteoritical Bulletin Database.

cywilny", sugerując, że znalezisko stanowi własność Skarbu Państwa. W praktyce środowisko meteorytyków stworzyło model współpracy z instytucjami naukowymi, ale przyznanie sobie pełnej swobody własnościowej jest prawnym stąpaniem po cienkim lodzie.

WARTOŚĆ NAUKOWA

Bez względu na motywację czy cenę meteoryty największą wartość i tak mają dla nauki. Nie chodzi tutaj wyłącznie o ich skład chemiczny, choć i ten jest niezwykły. Meteoryt to materiał, który nie został poddany działaniu wulkanów, tektoniki płyt ani erozji. A procesy te na Ziemi nieustannie przekształcają skały, niszcząc ślady najdawniejszej historii. Zapis niesiony przez meteoryty jest zatem często niezaburzony od miliardów lat. Część zawiera ziarna pyłu wytworzonego przez gwiazdy jeszcze przed uformowaniem się naszego Układu Słonecznego. Badanie tych ziaren przedsłonecznych może pogłębić nasze rozumienie powstawania i ewolucji gwiazd. Pewne „prymitywne" meteoryty zawierają pierwsze ciała stałe, jakie powstały w naszym układzie. Badacze ustalili na podstawie ich wieku – 4,568 mld lat – wiek samego Układu Słonecznego.

Meteoryt w momencie upadku jest obiektem niemal nieskazitelnie czystym pod względem biologicznym i chemicznym, ale z chwilą jego kontaktu z ziemską biosferą, wilgocią oraz tlenem rozpoczyna się proces jego nieodwracalnej degradacji i kontaminacji (zanieczyszczenia). Każda minuta, która upływa do jego zabezpieczenia, działa na niekorzyść nauki. To nie wszystko. Kiedy meteoryt trafia na rynek bez udokumentowanego miejsca znalezienia, nauka traci coś, czego żaden spektroskop nie odtworzy: geograficzny kontekst obiektu. Informacja o tym, gdzie dokładnie meteoryt spoczywał, ile czasu mógł leżeć na powierzchni, jakie są lokalna geologia i klimat, to dane pozwalające ustalić moment upadku na Ziemię, identyfikować pola rozrzutu i powiązania między różnymi znaleziskami z tego samego upadku. Bez współrzędnych geograficznych te obliczenia są niemożliwe lub wysoce niepewne.

Kamil Nadolski
Redaktor, publicysta, popularyzator nauk o Ziemi. Współpracował m.in. z TVN24, TVP, „Wprost", „Rzeczpospolitą" i „Newsweekiem". Pasjonat historii, antropologii i nauk społecznych.



Fragment kamienno-żelaznego meteorytu Fukang, uważanego za jeden z najcenniejszych na świecie

Fot. Alamy/Indigo

eprasa.pl 544b0e1a55

ZAMACH STANU CZY SANACJA?

Wydanie powstało
przy współpracy
z Muzeum Józefa Piłsudskiego
w Sulejówku

Muzeum
Józefa Piłsudskiego
w Sulejówku



W sprzedaży

148 stron

KUP TERAZ

Wydanie papierowe – w punktach sprzedaży prasy i na **sklep.polityka.pl**
Wydanie cyfrowe i audio – subskrypcja **polityka.pl/cyfrowa**
Podkast POLITYKA o historii – **polityka.pl/podkasty**
Newsletter historyczny – **polityka.pl/newslettery**

Na sklep.polityka.pl znajdziesz ponad 60 tytułów z serii Pomocnik Historyczny

eprasa.pl 544b0e1a55

WSTRĘT

Odczuwamy go w różnym stopniu, co zależy m.in. od płci czy uwarunkowań kulturowych. Naukowcy tropią zaskakujące związki skutków tej emocji i jej rolę w ewolucji.

EWA NIECKUŁA



OBRZYDZENIE to nasza podstawowa emocja, jak radość, gniew czy strach. Odczuwamy je nawet w całkiem codziennych sytuacjach wskutek bodźców wzrokowych, węchowych, dotykowych czy smakowych. Poza tym wstręt budzą także niektóre czyny i wygląd ludzi, a nawet sposób myślenia. Niektóre czynniki wywołujące go są uniwersalne (np. kontakt z wydzielinami ciała), podczas gdy inne uwarunkowane kulturowo i indywidualnie (patrz ramka). Innymi słowy, wstręt to rodzaj kompasu dającego wskazówki, czego nie dotykać i nie jeść, a także z kim się nie kontaktować.

Sondaż przeprowadzony przez London School of Hygiene & Tropical Medicine wśród 2,5 tys. osób, badający reakcję na 75 różnych „obrzydliwych" sytuacji, pozwala wytypować te uniwersalnie najwstrętniejsze. Ankietowanym przedstawiano różne scenariusze: od kontaktu z człowiekiem z widocznymi objawami infekcji na skórze oraz przedmiotami rojącymi się od robactwa po odgłosy kichania i defekacji. Za najbardziej odrażające uznano zakażone ropiejące rany. Fetor niemytego długo ciała również był wskazywany jako szczególnie wstrętny. Naukowcy rozróżnili w związku z tym kilka powszechnych kategorii wstrętu, z których każda odnosiła się do sytuacji, w których naszym przodkom zagrażały choroby zakaźne. Spożywanie zanieczyszczonego jedzenia mogło skutkować cholerą, bliski kontakt z brudnym człowiekiem – zakażeniem trądem, rozwiązłe praktyki seksualne – kiłą, a dotykanie otwartej rany – dżumą lub ospą.

Prof. Val Curtis, jedna z autorek tego badania, stwierdziła, że skoro zachowania związane z unikaniem chorób obserwuje się też u zwierząt, to należy przyjąć, że wstręt jest ewolucyjnie bardzo stary. I choć sposób rozprzestrzeniania się chorób zrozumiano dopiero w XIX w., to nasza długa wspólna ewolucja z chorobami zakaźnymi wykształciła w nas intuicyjne wyczucie tego, co może powodować infekcję. Wstręt jest zatem częścią instynktu przetrwania – ostrzega przed rzeczami zagrażającymi zdrowiu.

eprasa.pl 544b0e1a55

Najbardziej uniwersalne obrzydliwości

- Wydaliny i wydzieliny organizmu: kał, wymioty, mocz, śluz, krew.
- Niektóre pokarmy (często pochodzące z innych kultur, np. larwy owadów).
- To, co gnije, choruje lub umiera.
- Urazy, operacje, kontakt z narządami wewnętrznymi.
- Osoba, zwierzę lub rzecz uważana za fizycznie brzydką.

Reakcja odrazy jest hamowana, gdy dotyczy osoby bliskiej. Bliskość podwyższa próg tego, co uważamy za obrzydliwe. Zatem pomimo odczuwania pewnego wstrętu potrafimy pomóc choremu członkowi rodziny.

BEHAWIORALNY UKŁAD IMMUNOLOGICZNY



Pająki dużo częściej budzą silny wstręt niż owady czy ślimaki.

Na ile skuteczny może być wstręt jako mechanizm wspierający obronę organizmu, sprawdzano wśród ludności z plemienia Shuar, żyjącego w ekwadorskiej Amazonii. Po raz pierwszy antropolodzy oceniali, czy osoby podatniejsze na odczuwanie wstrętu są w mniejszym stopniu eksponowane na patogeny, a tym samym rzadziej zapadają na choroby wirusowe lub bakteryjne. Dr Tara Cepon-Robins z University of Colorado skupiła się w swoich badaniach na 75 osobach z 28 gospodarstw domowych. Niektóre rodziny Shuarów żyją jak przed wiekami, trudniąc się łowiectwem, rybołówstwem i uprawą poletek wydartych dżungli, podczas gdy inne mają dochody dzięki pracy najemnej i sprzedaży produktów rolnych. Część Indian mieszkała w chatach krytych liśćmi palmowymi, z glinianą podłogą, inni – w drewnianych domach z blaszanymi dachami. Niektórzy nadal czerpali wodę ze strumieni, ale ci mieszkający bliżej dróg mieli już dostęp do systemów zaopatrzenia w wodę źródlaną, pieców kuchennych, elektryczności, urządzeń sanitarnych, opieki zdrowotnej i innych udogodnień.

Okazało się, że osoby z wyższym poziomem wstrętu miały niższe poziomy biomarkerów stanu zapalnego i mniej chorób zakaźnych. Tyle że nawet duża wrażliwość na wstręt nie chroniła tamtejszą ludność przed pasożytami, powszechnymi w tym regionie Amazonii. Poniekąd to logiczne, ponieważ jaja i larwy pasożytów trafiają do ziemi, a jeśli pokarm zdobywa się, polując i uprawiając pole, to trudno unikać kontaktu z glebą. Zatem reakcja wstrętu jest dostosowana do konkretnych kosztów i korzyści wynikających z unikania infekcji lub zakażania się patogenami, podsumowali autorzy badania.

JAK UCZYMY SIĘ WSTRĘTU

Reakcja odrazy rozwija się z wiekiem. Jeśli małe dzieci coś odrzucają, to nie z powodu obrzydzenia, lecz nieprzyjemnego lub nieznanego smaku. Nie przeszkadzają im pewne rzeczy uważane przez dorosłych za ohydne (np. zjedzenie tabliczki czekolady do złudzenia przypominającej psie odchody). A to dlatego, że jak głosi jedna z teorii, w młodszym wieku brakuje nam zdolności poznawczych niezbędnych do odczuwania pewnych form wyuczonego wstrętu.

Nie ma zgody co do tego, kiedy ta zdolność się wykształca. Najwięcej badań wskazuje na 7. rok życia. Tyle że w niektórych eksperymentach już trzylatki, widząc obrzydzenie na twarzy rodzica, trafnie wiązały je z reakcją na gnijące mięso. Nie musi to jednak oznaczać, że same odczuwają w tej samej sytuacji wstręt. Po prostu widziały już kogoś robiącego charakterystyczną minę w podobnych sytuacjach. Amerykański psycholog dr Josh Rottman z Franklin & Marshall College zauważył, że dzieci poniżej 7. roku życia dwukrotnie rzadziej reagowały na obrzydzenie wypisane na twarzy dorosłego (np. na widok wijących się larw much) niż siedmiolatki. I nawet jeśli przedszkolaki unikają produktów powszechnie uznawanych za wstrętne, może wynikać to np. ze strachu (nie robią przy tym miny wyrażającej tę emocję). Pojawia się tu pewna niekonsekwencja. Skoro wstręt służy ochronie przed patogenami, to powinien się rozwinąć, gdy jesteśmy szczególnie podatni na zagrożenia związane z połykaniem patogenów, czyli w okresie bezpośrednio po odstawieniu od piersi, czyli pomiędzy 3. a 5. rokiem życia, gdy śmiertelność wśród dzieci jest duża. Tak się jednak nie dzieje.



Badania osób z plemienia Shuar w Ekwadorze ujawniają, jak wstręt jest kształtowany przez środowisko.

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl 544b0e1a55

Psychologia ewolucyjna próbuje wytłumaczyć, dlaczego na targu w Bangkoku w przypadku Europejczyków to głównie panowie próbują smażonych owadów, podczas gdy ich partnerki z reguły nie biorą tych specjałów do ust. U mężczyzn trudniej wywołać wstręt, gdyż z założenia (z perspektywy ewolucji rzecz jasna) wystawianie się na potencjalne patogeny oznacza w ich przypadku demonstrowanie sprawności układu immunologicznego. Tym samym mężczyźni potwierdzają swoją wartość jako kandydata na ojca dziecka. Zdecydowanie szybciej obrzydzenie odczuwają kobiety. Są zatem chronione podwójnie, bo mają nie tylko silniejszy układ odpornościowy, ale też czulszy mechanizm unikania zagrożeń. To poniekąd dlatego, że w kryteriach ewolucyjnych kobieta jest ważniejsza. Będąc w ciąży, musi chronić siebie i rozwijający się w jej ciele płód, na niej też spoczywa ciężar chronienia dziecka przez pierwsze lata jego życia. Musi więc bardziej uważać na swoje zdrowie, a skoro dzieci nieustannie chorują, zanim ich układ odpornościowy ukształtuje się w pełni, to matka odczuwa wstręt i za siebie, i za dziecko. Tyle jedna z hipotez.



W krajach Zachodu smażone poczwarki – popularna przekąska w Azji – najczęściej budzą obrzydzenie.

Fot. Shutterstock (2)

Przykładowe sytuacje w kwestionariuszu do oceny wstrętu

- Zjadasz pieczonego świerszcza.
- Czujesz wymiociny.
- Człowiek mocno pachnący potem zajmuje miejsce w autobusie obok ciebie.
- Widzisz, jak ktoś wymiotuje.
- Jedząc zupę, wyczuwasz językiem włos.
- Czujesz zepsute jedzenie.
- Czujesz fetor, spoglądasz w dół i okazuje się, że wdepnąłeś w psie odchody.
- Na stacji benzynowej musisz skorzystać z bardzo brudnej toalety.
- Twój rozmówca ma bardzo nieświeży oddech.
- Zaczynasz pić mleko i czujesz, że jest zepsute.
- Widzisz robaki na kawałku mięsa w śmietniku.
- W tunelu pod torami kolejowymi czujesz zapach moczu.
- Podczas spaceru po lesie widzisz rozkładające się truchło zwierzęcia.
- Podczas udzielania pomocy osobie po wypadku masz uciskać mocno krwawiącą ranę.
- Dotknąłeś kikuta amputowanej kończyny.
- Idziesz boso po betonie i następujesz na dżdżownicę.
- Musisz usunąć z pokoju martwego włochatego pająka.
- Widzisz karalucha w czyimś domu.
- Przypadkowo dotykasz deski sedesowej w publicznej toalecie.
- Odwiedzasz swoją ulubioną restaurację, a kucharz jest przeziębiony.
- Ktoś z brudnymi paznokciami podaje ci książkę.
- W restauracji widzisz, jak ktoś je palcami.
- Odkrywasz, że twój przyjaciel zmienia bieliznę tylko raz w tygodniu.

Podczas ciąży system odpornościowy matki jest wyciszany, gdyż musi tolerować obecność zarodka, czyli w części obcy materiał genetyczny pochodzący od ojca. Jest to możliwe dzięki progesteronowi, który z jednej strony osłabia reakcje immunologiczne, ale z drugiej zwiększa podatność na zakażenia. By temu zaradzić, u kobiet pojawia się wzmożona wrażliwość (szczególnie na zapachy i smaki) w okresach zwiększonej podatności na infekcje spowodowane wysokim stężeniem progesteronu (np. podczas fazy lutealnej cyklu menstruacyjnego). To dlatego wraz ze wzrostem stężenia progesteronu we krwi kobiety uzyskiwały więcej punktów w powszechnie stosowanych kwestionariuszach oceniających nasilenie obrzydzenia. I np. częściej deklarowały podczas korzystania z publicznej toalety otwieranie drzwi kabiny przez kawałek papieru toaletowego i co najmniej dwukrotne mycie potem rąk. Uczucie wstrętu jest szczególnie silne w pierwszym trymestrze ciąży, ponieważ infekcja matki może w tym okresie prowadzić do poważnych powikłań u płodu.

Ciekawe badanie prowadzili pracownicy Univerzita Karlova w czeskiej Pradze w trakcie pandemii COVID-19. Eksperyment sprawdzający wrażliwość kobiet na wstręt objął ponad pół tysiąca uczestniczek. Część z nich była w ciąży przed pandemią, część w jej trakcie. Okazało się, że okres zwiększonego ryzyka zakażenia korelował z silniej odczuwanym obrzydzeniem.

WSTRĘT W POLITYCE

Chociaż wstręt wyewoluował, aby zniechęcić nas do spożywania szkodliwych lub niebezpiecznych substancji, emocja ta zaczęła odgrywać znacznie większą rolę w naszym życiu. Mówi się, że odczuwamy moralny wstręt wobec zachowań naruszających normy społeczne, nawet jeśli nie stanowią one fizycznego zagrożenia. Badania wskazują, że osoby wrażliwsze na fizyczny wstręt są również wrażliwsze na naruszenia moralne – mają bardziej wyczulony system wykrywania potencjalnych skażeń wszelkiego rodzaju. Wstręt może też służyć do ochrony granic kulturowych, separując nas

eprasa.pl 544b0e1a55

od osób, które nie należą do naszej grupy. Wśród studentów w kanadyjskim Brock University prowadzono sondaż badający ich wrażliwość na wstręt, orientację polityczną, lęk przed chorobami, stosunek do imigrantów, narkomanów, osób skrajnie ubogich. Okazało się, że wysoka wrażliwość (np. niechęć do noszenia ubrań z secondhandu) wiązała się z prawicowymi przekonaniami oraz negatywnym nastawieniem do marginalizowanych grup społecznych.

Kilka prac z zakresu neurobiologii dowodzi, że reakcja mózgu na nieestetyczne zdjęcia – takie jak okaleczone zwłoki zwierząt, jedzenie pokryte robakami czy brudne toalety – pozwala przewidzieć poglądy polityczne badanej osoby z co najmniej 95-procentową celnością. Co więcej, wydaje się, że reakcja na fotografie o odrażającej treści lepiej prognozuje preferencje wyborcze niż poglądy na opiekę zdrowotną, podatki czy politykę zagraniczną. Podstawą do takiego założenia są różnice w sposobie obróbki informacji emocjonalnych przez mózgi konserwatystów i liberałów. Zatem różnice polityczne nie byłyby świadomymi preferencjami, ale pochodną sposobu, w jaki nasze mózgi przetwarzają zagrażające lub nieprzyjemne informacje. Z ewolucyjnego punktu widzenia większa skłonność do odczuwania wstrętu może sygnalizować ostrożniejsze podejście do zmian i nowości – co jest korzystne, gdy warunkiem przetrwania grupy jest jej spójność. To pomaga wyjaśnić, dlaczego niższy próg doznawania wstrętu jest powiązany z konserwatyzmem politycznym.

WYBÓR ZAWODU

Ciekawy obszar badań to np. wpływ wstrętu na wybór zawodu. Wygląda na to, że lekarze i pielęgniarki mają niższą wrażliwość na negatywne doznania związane z kontaktem z ludzkim ciałem. Skoro odraza wpływa na nasze codzienne funkcjonowanie, to być może właśnie ona u pozostałych osób skutkuje powstrzymywaniem się od resuscytacji poszkodowanego w wypadku czy opatrywania ran. I może właśnie ona sprawia, że kobiety kończące studia medyczne rzadziej interesują się specjalizacjami chirurgicznymi. Na takie właśnie przyczyny wskazują wyniki uzyskane przez naukowców z nowozelandzkiego University of Auckland.

Czy kucharze łatwiej odczuwają obrzydzenie? Teoretycznie tak być powinno, skoro ostrożność podczas jedzenia jest podstawą wstrętu. Człowiek jako z natury istota wszystkożerna musi mierzyć się ze szczególnie wysokim ryzykiem, że to, co trafi na jego talerz, może być trujące lub zawierać groźne patogeny.



Targ w Bangkoku – mężczyźni nie czują tak silnej odrazy na widok smażonych owadów jak kobiety.

Ewa Nieckuła
Dziennikarka popularyzująca biologię, ekologię, medycynę. Tłumaczka książek popularnonaukowych

REKLAMA

26 NAGRODY NAUKOWE POLITYKI

Przez 25 lat wsparliśmy 407 naukowców!
Jesteś młodym ambitnym naukowcem?
Prowadzisz niebanalne, ważne społecznie projekty badawcze?
Wystartuj w konkursie o nasze stypendia naukowe!

Formularz zgłoszeniowy: **polityka.pl/stypendia**

Na zgłoszenia czekamy do 14 czerwca!

Partner Główny Nagród Naukowych POLITYKI 2026
KOPIPOL

Partnerzy Nagród Naukowych POLITYKI 2026
Dr Irena Eris
CONSULTRONIX
za KS sprzyjamy wyobraźni

Patron honorowy
Marcin Kulasek Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Patroni medialni
tokfm
FORUM AKADEMICKIE

eprasa.pl 544b0e1a55

KIEDY MIASTA PRZESTAJĄ ISTNIEĆ



Niszczejący park rozrywki w mieście Prypeć, ewakuowanym po katastrofie Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej w 1986 r.

eprasa.pl 544b0e1a55

Miasta widma nie są jedynie reliktami przeszłości. To żywe lekcje historii, zapisane nie w książkach, lecz w krajobrazie. Coraz częściej przyciągają też turystów.

ANDRZEJ HOŁDYS



Porzucone budynki fabryczne w Detroit – mieście narodzin i upadku amerykańskiego przemysłu motoryzacyjnego



Rybacka miejscowość Grindavík na Islandii, z której ludzie uciekli w 2023 r. z powodu zagrożenia erupcjami wulkanicznymi.

Fot. Shutterstock (3)

ISTNIEJĄ na wszystkich kontynentach i przybierają różne formy. Są ich tysiące. Łączy je jedno: pustka. Opuszczone budynki, zardzewiałe maszyny, zarośnięte ulice i ślady codziennego życia przypominają o kruchości ludzkich osiągnięć. To miejsca, gdzie czas zdaje się stać w miejscu. Ulice, którymi nikt już nie chodzi, domy, w których nikt nie mieszka, i przedmioty pozostawione tak, jakby ich właściciele mieli wrócić za chwilę. Do części z nich ludzie jednak wracają.

Jednym z najbardziej dramatycznych powodów zmieniania się miast w widma są katastrofy naturalne. Osuwiska, erupcje wulkanów czy ryzyko zawalenia się mas skalnych mogą szybko przekształcić tętniące życiem miejscowości w opuszczone ruiny. W niektórych miejscach zagrożenie nie prowadzi do natychmiastowej destrukcji, lecz wymusza kolejne prewencyjne ewakuacje. Najpierw pojawiają się sygnały ostrzegawcze – pogarszające się warunki środowiskowe, niestabilność gruntu czy powtarzające się katastrofy. Stopniowa emigracja mieszkańców prowadzi do wyludnienia, które ostatecznie kończy się całkowitym opuszczeniem miejscowości. Najnowszy przykład to islandzkie miasteczko Grindavík ewakuowane pod koniec 2023 r. z powodu zagrożenia erupcją wulkaniczną i zalane następnie przez lawę.

Ale nie wszystkie takie tragedie mają źródło w naturze. Wiele miast opustoszało w wyniku katastrof wywołanych przez człowieka – błędów technologicznych, awarii przemysłowych czy niewłaściwego zarządzania ryzykiem. Skażenie środowiska może sprawić, że całe obszary nie nadają się do życia przez dziesięciolecia. Ewakuacje przeprowadza się często w pośpiechu, a mieszkańcy nie mają możliwości powrotu. Porzucone mieszkania, szkoły i miejsca pracy tworzą przejmujący obraz nagłego przerwania codzienności. Paradoksalnie, katastrofa Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej w 1986 r. pokazała, że obszary zamknięte dla ludzi przez wiele dekad stają się miejscem rozwoju dzikiej przyrody, co świadczy o zdolności natury do adaptacji nawet w trudnych warunkach.

Również konflikty zbrojne od wieków zmieniały los miast. Zniszczenia wojenne mogą być tak znaczne, że odbudowa jest nieopłacalna lub niepożądana. Ruiny stają się wówczas pomnikami pamięci przypominającymi o skali zniszczeń i cierpieniu ludzi. Kolejnym czynnikiem są zmiany polityczne. Upadek imperiów czy państw doprowadził do opuszczenia wielu osad. Gdy znikała podtrzymująca ich istnienie struktura, traciły rację bytu. Takie miejsca bywają świadectwem minionych epok. Wiele miejscowości opustoszało w wyniku innego rodzaju decyzji politycznych – przymusowych wysiedleń. Takie procesy często wiązały się z konfliktami, zmianami granic lub decyzjami administracyjnymi. Mieszkańcy musieli porzucić domy bez możliwości powrotu. W wielu przypadkach nowe społeczności nie zajmowały tych miejsc, co prowadziło do ich stopniowej degradacji. Tak stało się choćby w polskiej części Bieszczad oraz w Beskidzie Niskim, z których po II wojnie światowej wysiedlono ludność łemkowską i bojkowską.

Wiele miast widm zawdzięcza swoje istnienie górnictwu. Gdy odkrywane są złoża, powstają osady, które szybko przekształcają się w dynamiczne ośrodki.

eprasa.pl 544b0e1a55



Puste bloki mieszkaniowe i plaże w Forest City, zbudowanym na południowym skraju Malezji. Miało w nim zamieszkać 100 tys. ludzi, ale chętnych było 20 razy mniej.



Plymouth – stolica karaibskiej wyspy Montserrat – kompletnie zniszczone w 1997 r. przez wulkan Soufrière Hills. Na szczęście mieszkańców ewakuowano rok wcześniej.

Przyciągają ludzi szukających pracy i bogactwa, rozwija się infrastruktura, kwitną usługi. Gdy jednak złoża się wyczerpują lub ich eksploatacja przestaje być opłacalna, fundament istnienia takiego miasta znika, co przeżyły miasteczka w hrabstwie Pike w amerykańskim stanie Kentucky. Czasami jednak, aby miasto przestało istnieć, wystarczy długotrwały proces ekonomicznego osłabienia. Brak pracy, spadek znaczenia regionu czy zmiany w strukturze gospodarki prowadzą do stopniowego odpływu mieszkańców. Takie obszary nie umierają nagle – ich życie wygasa powoli. Najpierw zamykają się zakłady pracy, potem szkoły i sklepy, aż w końcu odchodzą niemal wszyscy i społeczność zanika. Tak stało się choćby z centrum amerykańskiego Detroit po upadku branży motoryzacyjnej. Również w Polsce wiele miast pogrąża się w kryzysie społecznym i demograficznym – Łódź w ciągu ćwierć wieku straciła ponad 200 tys. mieszkańców, systematycznie ubywa też ludności w miastach Górnego Śląska.

Są wreszcie i takie miasta, które nigdy nie zdążyły naprawdę ożyć. Powstały jako ambitne projekty, które miały przyciągnąć tysiące ludzi, lecz nie spełniły oczekiwań. Brak zainteresowania, błędne założenia lub zmiany gospodarcze sprawiły, że pozostały niemal puste. Takie miejsca często wyróżniają się nowoczesną infrastrukturą, która kontrastuje z brakiem życia. Budynki są nowe, ulice zadbane, ale brakuje mieszkańców. To szczególny rodzaj miasta widma – nie zniszczonego, lecz niedokończonego. To przypadek Forest City w Malezji, zaprojektowanego na 100 tys. osób, ale zamieszkanego przez zaledwie kilka tysięcy. Przyjrzyjmy się bliżej tym najbardziej spektakularnym przykładom martwych miast.

NATURA KONTRA OSADNICTWO

Historia niektórych miejsc na świecie pokazuje, jak potężne i nieprzewidywalne potrafią być siły natury. Włoskie Craco położone jest na stromym klifie nad doliną rzeki Cavone, ok. 40 km od Zatoki Tarenckiej. Dziś to miasto duchów, bo w XX w. ludzie stopniowo je opuszczali. Już w XIX w. pierwsi mieszkańcy zaczęli emigrować z powodu trudnych warunków rolniczych, lecz decydujące okazały się osuwiska. W 1963 r. rozpoczęto ewakuację z ich powodu, a w 1972 r. sytuację pogorszyła powódź. Ostatecznie o losie miasta przesądziło silne trzęsienie ziemi w 1980 r., którego epicentrum znajdowało się mniej więcej 100 km na północ. Wówczas historyczne Craco całkowicie opustoszało. Miasto stało się atrakcją turystyczną i planem filmowym – tu nakręcono niektóre sceny do „Pasji" Mela Gibsona oraz filmu „Quantum of Solace" o przygodach Jamesa Bonda.



Craco na południu Włoch opustoszało w latach 70. i 80. XX w. Mieszkańców wygnały osuwiska, powodzie i trzęsienia ziemi. Dziś jest atrakcją turystyczną.

eprasa.pl 544b0e1a55



Brienz w Szwajcarii zostało ewakuowane w 2023 r. z powodu zagrożenia osuwiskami. Mieszkańcom zakazano powrotu.

Jeszcze dramatyczniejszy przebieg miały wydarzenia na hiszpańskiej wyspie La Palma w archipelagu Wysp Kanaryjskich. Miasteczko Todoque uległo niemal całkowitemu zniszczeniu podczas erupcji wulkanu Cumbre Vieja w 2021 r. Lawa zniszczyła setki obiektów – szkoły, kościół, domy i infrastrukturę publiczną – przekształcając je w pole zastygłej skały z resztkami budynków. Przed katastrofą żyło tam ok. 1300 osób.

Z kolei Plymouth na karaibskiej wyspie Montserrat, będącej terytorium zależnym Wielkiej Brytanii, to jedyny na świecie przypadek stolicy, która przekształciła się w miasto widmo. W 1996 r. po uaktywnieniu się wulkanu Soufrière Hills wszystkich mieszkańców (ok. 4 tys. osób) ewakuowano. Rok później wskutek erupcji $^{4}/_{5}$ obszaru Plymouth zostało zniszczone i zasypane warstwą popiołów wulkanicznych o grubości do 1,5 m. Dopiero kilka lat temu zezwolono na kilkugodzinne wizyty w nim oraz na wydobycie piasku i żwiru.

Nie wszystkie przypadki kończą się jednak fizycznym zniszczeniem. W Brienz w kantonie Gryzonia mieszkańcy byli trzykrotnie ewakuowani z powodu zagrożenia osunięciem się milionów metrów sześciennych skał. W 2023 r. ziemia zatrzymała się tuż przed wsią, a rok później za niestabilne uznano dwa fragmenty zboczy o łącznej objętości ponad 6 mln m^3. Ludzie musieli opuścić miejscowość, teoretycznie tymczasowo, w praktyce – szanse na ich powrót są znikome.

KONIEC EPOKI WYDOBYCIA SUROWCÓW

Rozkwit wielu miast wiązał się z eksploatacją surowców naturalnych. Pyramiden na Spitsbergenie stanowi niemal idealny przykład miasta zamrożonego w czasie. Założone przez Szwecję na początku XX w., a rozwinięte przez Związek Radziecki, osiągnęło szczyt rozwoju w połowie stulecia. Wówczas mieszkało tu ok. 2500 osób, głównie górników wydobywających węgiel. W mieście działały szkoła, biblioteka, centrum kultury ze sceną teatralną oraz basen. Po zamknięciu kopalni w marcu 1998 r. wszyscy mieszkańcy opuścili Pyramiden jeszcze w tym samym roku, pozostawiając wyposażenie budynków niemal nienaruszone. Dziś funkcjonuje jako swoisty skansen epoki, w którym mieszka kilka osób, a ostatnio otwarto tu nawet mały hotel dla turystów.

Podobną historię ma Kolmanskop w południowej Namibii, leżące ok. 30 km od wybrzeża Atlantyku. Po odkryciu diamentów w 1908 r. powstało tam niezwykle bogate miasto, wyposażone w szpital, szkołę, fabrykę lodu, a nawet niewielką scenę operową. Luksus pośrodku pustyni. Nic dziwnego – 100 lat temu stąd



Kolmanskop w Namibii było niegdyś głównym ośrodkiem wydobycia diamentów na świecie. Potem zajęła je pustynia.

Fot. Shutterstock (3), Reuters/Forum (2)

eprasa.pl 544b0e1a55

pochodził co dziesiąty diament wydobywany na świecie. W tamtym czasie Namibia była niemiecką kolonią. Rdzennych mieszkańców usunięto siłą z rozległego obszaru wokół Kolmanskop i innych górniczych osad, takich jak Elizabeth Bay i Pomona. Gdy jednak złoża zaczęły się wyczerpywać, a nowe odkrycia przesunęły centrum wydobycia diamentów na południe, mieszkańcy stopniowo decydowali się na wyjazd. Do 1956 r. miasto całkowicie opustoszało, a dziś wnętrza domów wypełnia piasek nawiewany z pustyni. Pół wieku później w Kolmanskop po raz pierwszy zaczęli pojawiać się turyści – dziś przyjeżdża ich tu co roku 20–30 tys.

Podobny schemat można prześledzić w przypadku Bodie w Kalifornii. Położone przy granicy ze stanem Nevada miasto liczyło w latach 70. XIX w. ok. 10 tys. mieszkańców i składało się z ponad 2 tys. budynków. Ich lokatorami byli głównie poszukiwacze złota. Istniała tu nawet chińska dzielnica. Ze względu na strzelaniny i hazard miejsce to zwano Bodie the Bad. Upadek osady rozpoczął się dwie dekady później wraz z wyczerpywaniem się złóż złota. W 1910 r. mieszkało tu już tylko 698 osób, a dekadę później – 128. W czasach II wojny światowej zostało praktycznie opuszczone. Dziś funkcjonuje jako park historyczny, zachowany w stanie „zatrzymanego rozkładu".

Na Dalekim Wschodzie analogiczna historia rozegrała się na sztucznej wyspie Hashima, zbudowanej na morzu pod koniec XIX w. przez koncern Mitsubishi w celu wydobycia podwodnych złóż węgla kamiennego. Kopalnia działała przez 80 lat, a w szczytowym momencie, czyli w latach 50. XX w., zatrudniała ok. 5 tys. osób. Wszyscy żyli stłoczeni na wyspie, na której poza hotelami robotniczymi z setkami pokoików znajdowały się też niewielki szpital, poczta i kilkanaście lokali gastronomicznych. Był to wówczas najgęściej zaludniony kawałek globu. Ostatecznie wydobycia zaprzestano w 1974 r., a od 2009 wyspę udostępniono do zwiedzania. Kilka lat później to nietypowe miasto widmo zostało wpisane na Światową Listę Dziedzictwa UNESCO.



Japońska wyspa Hashima – dawna kopalnia węgla kamiennego

KATASTROFY TECHNOLOGICZNE

Mają szczególny charakter – nie zawsze niszczą infrastrukturę, ale potrafią przekształcić całe obszary w niezdatne do życia. Najbardziej znanym przykładem jest katastrofa w Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej w kwietniu 1986 r. W jej wyniku ewakuowano Prypeć – miasto zbudowane kilka kilometrów od elektrowni dla jej pracowników, liczące w chwili awarii blisko 50 tys. mieszkańców. Opuszczono je w ciągu jednego dnia. Ludzie zostawili mieszkania i przedmioty codziennego użytku. Wielu z nich sądziło, że wrócą po kilku dniach. Nie wrócili. Tak samo stało się z mieszkańcami kilkunastotysięcznego Czarnobyla, położonego 18 km na południe od elektrowni. On również został ewakuowany, choć później zezwolono na zmianowy pobyt naukowcom, urzędnikom i... pracownikom sektora turystycznego. Cały obszar wokół elektrowni przekształcono w strefę zamkniętą, obejmującą setki miejscowości, ale przed rosyjską inwazją w 2022 r. można ją było zwiedzać w sposób zorganizowany.

Do podobnej sytuacji doszło w Japonii po awarii elektrowni Fukushima Daiichi w marcu 2011 r. Z licznych miejscowości znajdujących się w promieniu 30 km ewakuowano wówczas ok. 150 tys. osób. Zdecydowana większość do dziś nie wróciła do swoich domów, choć część obszarów uznano już za bezpieczne. Przed katastrofą miasta takie jak Ōkuma, Futaba, Tamioka czy Namie miały po kilkanaście tysięcy mieszkańców. Dziś populacja każdego z nich nie przekracza 2–3 tys. Choć nie zostały fizycznie zniszczone, to 15 lat temu „wyłączono" je z normalnego funkcjonowania przez skażenie.

PORZUCONE WSKUTEK WOJNY

Belchite w hiszpańskiej Aragonii stało się miastem widmem w ciągu 2 tyg. – między 24 sierpnia a 7 września 1937 r., kiedy dotarła tu wojna domowa, doprowadzając do niemal całkowitego zniszczenia zabudowy. Po zakończeniu działań zbrojnych nie podjęto próby odbudowy. Zamiast tego wzniesiono nowe Belchite tuż obok, a stare pozostawiono jako trwały pomnik konfliktu. Ruiny miały przypominać o zwycięstwie jednej strony i klęsce drugiej. Do dziś można poruszać się między zniszczonymi budynkami, oglądać przestrzelone ściany i wypalone wnętrza kościołów. To nie rekonstrukcja ani muzeum – to autentyczny zapis momentu destrukcji.

Jeszcze dramatyczniejszy przebieg miały wydarzenia w Ağdamie w Azerbejdżanie. Miasto, założone w XVIII w. i zamieszkane głównie przez Azerów, rozwijało się szybko w ubiegłym stuleciu. Funkcjonowały w nim zakłady przemysłowe, lotnisko i dwie stacje kolejowe. Miało jednak pecha – było zlokalizowane w Górskim Karabachu, spornym regionie

Fot. Shutterstock (3)

eprasa.pl 544b0e1a55



Cypryjski kurort Warosia opustoszał w 1974 r., gdy wyspa została podzielona granicą na część grecką i turecką.

zamieszkanym przez Ormian i Azerów. Na początku lat 90. XX w., po upadku ZSRR, żyło w nim ok. 30 tys. ludzi. W lipcu 1993 r., podczas pierwszej wojny o Górski Karabach, zajęły je wojska ormiańskie, po czym splądrowały i zamieniły w kupę gruzów. Jedynym ocalałym budynkiem był meczet. Przez blisko trzy dekady w ruinach praktycznie nikt nie żył. Dopiero po 2020 r., w wyniku kontrofensywy Azerbejdżanu, cały Górski Karabach przeszedł pod kontrolę tego kraju. Niedługo potem ogłoszono ambitny plan odbudowy Ağdamu. Ma tu powstać miasto dla 100 tys. ludzi z infrastrukturą transportową, zielonymi strefami i nowoczesną zabudową. Na razie jednak są to głównie ruiny.

Inny wariant wojennego opuszczenia reprezentuje Warosia na Cyprze. W latach 70. XX w. była to jedna z najważniejszych destynacji turystycznych w strefie śródziemnomorskiej. Nowoczesne hotele, wysokie budynki i infrastruktura przyciągały międzynarodowych gości, w tym znane postacie świata kultury. Główne ulice były centrami życia handlowego i rozrywkowego, z hotelami, restauracjami i klubami. Potem jednak doszło do konfliktu między dwiema nacjami zamieszkującymi wyspę – Grekami i Turkami. Ci drudzy stworzyli własne państwo, uznawane tylko przez Turcję. Warosia znalazła się w jego granicach, więc jej mieszkańcy – niemal wyłącznie Grecy – uciekli, a luksusowy kurort zmienił się w miasto widmo. Zabudowa nie została zniszczona, lecz odgrodzona od świata i opuszczona. Plaże otwarto ponownie w 2020 r., a Turcy ogłosili plan ożywienia kurortu pod własną flagą mimo sprzeciwu Greków i Unii Europejskiej. Tymczasem kolejne konflikty nadal tworzą nowe miasta widma. Po inwazji rosyjskiej na Ukrainę w 2022 r. liczne miejscowości, takie jak Marinka, Popasna czy Soledar, zostały zrujnowane i opuszczone w wyniku ewakuacji ludności i działań wojennych.

W ostatnich dekadach zdarzało się też, że miasta wyludniały się nie na skutek działań wojennych, lecz wycofania się wojsk okupacyjnych po rozpadzie imperiów. Podczas zimnej wojny kazachski Chagan, znany wówczas jako Semipałatyńsk-4, był zamkniętym miastem zamieszkanym – jak się ocenia – przez 10–12 tys. radzieckich żołnierzy. Jego istnienie ściśle wiązało się z bazą strategicznego lotnictwa. Po upadku ZSRR przestał być potrzebny i został opuszczony. Podobny los spotkał leżące kilkadziesiąt kilometrów na zachód od Chaganu miasto Kurczatow (Semipałatyńsk-16), gdzie znajdował się ośrodek radzieckich prób nuklearnych. Dawniej mieszkało w nim 25 tys. ludzi, dziś pozostały 2–3 tys. Teren w tej części Kazachstanu jest wciąż silnie napromieniowany. Dodajmy, że w widma przeobraziły się również Kłomino i Pstrąże, dawne radzieckie garnizony w zachodniej Polsce.

Na koniec ciekawostka: za upadek miasta może odpowiadać nawet medycyna. Spinalonga to maleńka wyspa w pobliżu Krety. Wenecjanie zbudowali tu w XVI w. potężny fort, który półtora wieku później przejęli Turcy osmańscy, a na początku XX w. Grecy przekształcili w kolonię dla osób chorych na trąd. Funkcjonowała ona aż do 1957 r., a kilka lat później wyspę opuścili ostatni mieszkańcy. W ten sposób Spinalonga stała się miastem widmem. Przypomniano o niej dopiero dwie dekady temu – dawna „wyspa żywych trupów", jak ją kiedyś nazywali mieszkańcy pobliskich miejscowości, została odkryta przez turystów. Dziś jest jedną z największych atrakcji turystycznych nie tylko Krety, ale całej Grecji.



Wysepka Spinalonga w pobliżu Krety była do 1957 r. kolonią dla osób chorych na trąd. Dziś jest chętnie odwiedzana przez turystów.

Andrzej Hołdys

Dziennikarz naukowy specjalizujący się w naukach o Ziemi i dyscyplinach pokrewnych, tłumacz literatury popularnonaukowej. Ukończył geografię na Uniwersytecie Warszawskim. Stały współpracownik „Wiedzy i Życia".

sprasa.pl 544b0e1a55

KOSMICZNE TSUNAMI



Unikalny kształt galaktyki Koło Wozu (po prawej) to skutek fali uderzeniowej powstałej po kolizji z mniejszą galaktyką

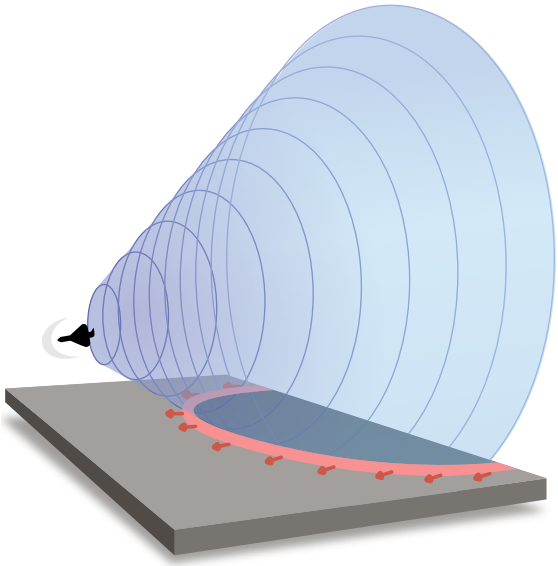
Fale uderzeniowe od miliardów lat kształtują wszechświat.

MIROSŁAW DWORNICZAK

TSUNAMI (jap. „fala portowa") to zjawisko morskie wywołane zwykle trzęsieniem ziemi, wybuchem wulkanu lub podobnym gwałtownym zdarzeniem. Efektem jest niszcząca fala, osiągająca nawet kilkadziesiąt metrów wysokości (na wybrzeżu) i wiele kilometrów długości. Nazwę tę przejęli dla siebie astrofizycy. Oczywiście w przypadku kosmosu wszystko wygląda inaczej, bo tsunami rozchodzi się w ośrodku znacznie rzadszym niż woda. Trzeba tu przypomnieć, że wprawdzie pustkę kosmiczną nazywamy próżnią, ale materia tam jest, tyle że jest jej skrajnie mało. Według szacunków na 1 cm^3 teoretycznie pustej przestrzeni przypada średnio 1 atom. Na Ziemi nie udaje nam się stworzyć takiej próżni jak w kosmosie, chociaż mamy pompy próżniowe. Najlepsza sztuczna próżnia jest miliony razy słabsza. Ale pomimo tak niewielkiej gęstości materii w przestrzeni kosmicznej występują gwałtowne zjawiska kształtujące wszechświat, znane pod nazwą fali uderzeniowej.

Falę uderzeniową, a właściwie jej efekty, znamy dobrze. To np. silny huk towarzyszący samolotom przekraczającym barierę dźwięku, ekstremalnie silnym wybuchom czy wtargnięciu w atmosferę ziemską większego meteoroidu (np. w Czelabińsku w 2013 r.). Dochodzący do nas dźwięk jest wynikiem gwałtownego wzrostu ciśnienia akustycznego, który następuje, gdy jakiś obiekt porusza się z prędkością większą niż szybkość dźwięku w danym ośrodku. W przypadku ziemskiego oceanu tsunami falą uderzeniową w sensie fizycznym nie jest.

Przenieśmy się teraz w kosmos. Materia rozkłada się w nim bardzo nierównomiernie. Istnieją planety, gwiazdy zwykłe i bardzo gęste gwiazdy neutronowe, a także obiekty o ekstremalnej gęstości – czarne dziury. Przestrzeń zasadniczo pozostaje jednak praktycznie pusta. Jak wspomniałem, są tam tylko pojedyncze atomy. Największe obiekty – galaktyki i gromady galaktyk – cały czas się poruszają, często zderzają i wywołują wielkoskalowe efekty. Oczywiście tego ruchu nie możemy obserwować tak, jak widzimy choćby ruch planet w Układzie Słonecznym. Wynika to z tego, że wszelkie te obiekty znajdują się w olbrzymich odległościach od Ziemi. Ale nawet gdybyśmy byli blisko, nie mielibyśmy szans realnie usłyszeć tego huku. Na szczęście dzięki istnieniu fal elektromagnetycznych mamy możliwość zdalnego śledzenia wielu takich zdarzeń, z których każde jest na nieco innym etapie. Pozwala to na wyciąganie wniosków na temat ewolucji wszechświata.



Schemat powstawania typowej stożkowej fali uderzeniowej

NARZĘDZIA OBSERWACJI

Atmosfera ziemska to mieszanina wielu gazów przepuszczalna dla światła widzialnego (dlatego obserwujemy Słońce i inne gwiazdy) oraz częściowo dla promieniowania podczerwonego i radiowego. W tych zakresach możemy prowadzić obserwacje z naszego globu, do czego służą teleskopy optyczne, a także, w pewnym zakresie fal, radioteleskopy. Niestety (choć dla naszego istnienia na szczęście), atmosfera nie przepuszcza promieniowania gamma oraz większości promieniowania ultrafioletowego. Aby śledzić zjawiska w tych zakresach, trzeba wysłać teleskopy w przestrzeń kosmiczną, przynajmniej kilkaset kilometrów nad powierzchnię Ziemi.

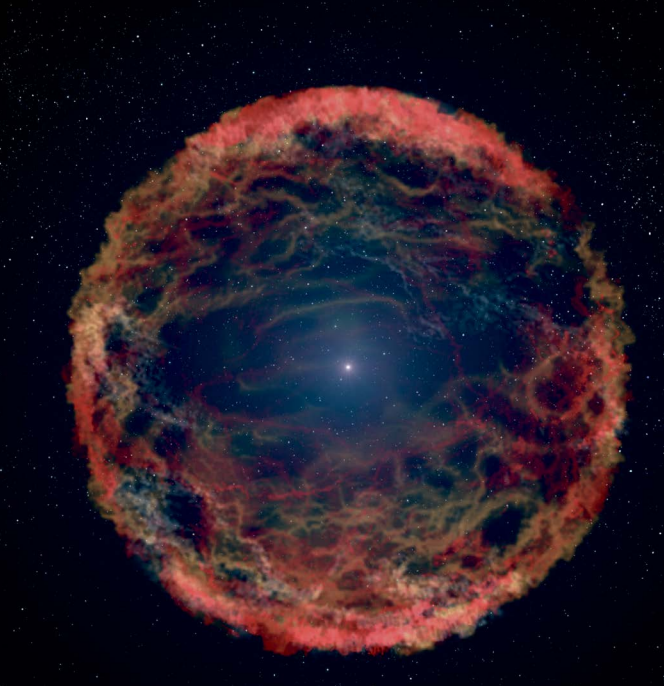
Obserwowanie fal uderzeniowych w kosmosie wymaga wielu danych uzyskiwanych w bardzo szerokim zakresie długości fal elektromagnetycznych. Gorący gaz w gromadach galaktyk wykrywamy w zakresie promieniowania X (czyli rentgenowskiego). Te obserwacje prowadzone są przy użyciu wyniesionych w kosmos w 1999 r. teleskopu Chandra oraz satelity naukowego XMM-Newton. Co ciekawe, zarówno teleskop, jak i satelita miały działać w kosmosie najwyżej 5 lat, ale



Kosmiczny Teleskop Chandra dostarcza danych o promieniowaniu gamma.

Fot. NASA/ESA/CSA/STScI/the ERO Implementation Team, NASA/CXC/NGST; infografika Adrianna Śliwińska

eprasa.pl 544b0e1a55



Supernowa 1993J – eksplodująca gwiazda z konstelacji M81 (wizja artystyczna)



Jeden z elementów radioastronomicznej sieci LOFAR (Exloo, Holandia)

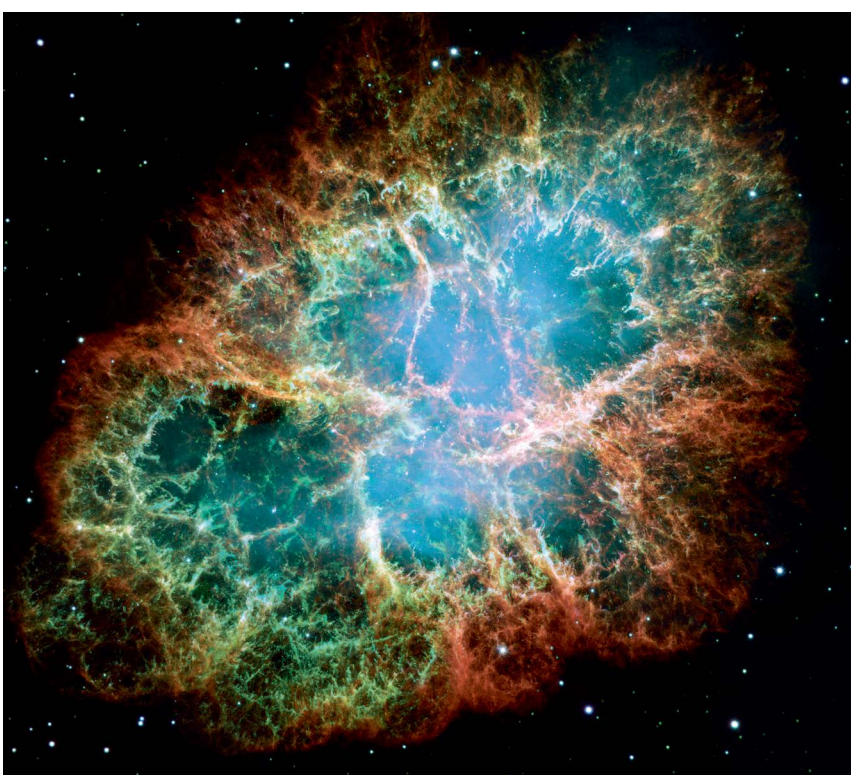
ich misja na szczęście trwa już ponad ćwierć wieku. Obserwacji dokonuje się także w zakresie promieniowania radiowego niskiej częstotliwości (30–240 MHz). Głównym urządzeniem, a w zasadzie zespołem urządzeń służących do tego jest LOFAR, czyli sieć radioteleskopów rozsianych po całej Europie z główną siedzibą w Holandii. Polska także uczestniczy w tym projekcie. Wynikiem jest analiza elektronów przyspieszanych przez fale uderzeniowe.

Do tego dochodzą badania prowadzone w obszarze podczerwieni (IR) oraz w świetle widzialnym. Zajmował się tym w latach 2003–2020 teleskop Spitzer, natomiast misja znajdującego się na Hawajach teleskopu Pan-STARRS trwa nieprzerwanie od 2010 r. i dostarcza olbrzymiej ilości danych na temat komet, planetoid i obiektów Pasa Kuipera, ale także obiektów znajdujących się w tzw. głębokim kosmosie. Dane spływające z Pan-STARRS będą analizowane jeszcze przez wiele lat. W tym przypadku obserwujemy łuki oraz mgławice. Pełne opracowanie tych wszystkich wyników pozwala na zbudowanie i testowanie kolejnych modeli wielu wielkoskalowych zjawisk. Tak naprawdę dopiero wtedy, gdy ten ogrom danych zostanie zagregowany i uporządkowany, specjaliści mogą przystąpić do wizualizacji tych zjawisk.

DO GŁOSU DOCHODZĄ KOMPUTERY

Ponieważ nie możemy zmieścić wszechświata w żadnym laboratorium, bardzo często uciekamy się do konstruowania i testowania modeli komputerowych i porównywania ich wyników z tym, co obserwujemy w różnych miejscach kosmosu. W tym przypadku podstawą fizyczną programów jest hydrodynamika. Tu warto przypomnieć, że nauka ta zajmuje się dynamiką płynów (a więc cieczy, ale też i gazów), a kosmos jako całość można traktować jako swego rodzaju gaz, choć ekstremalnie rozrzedzony.

Symulacje komputerowe wymagają oczywiście wysoce specjalistycznych programów oraz komputerów o potężnej mocy obliczeniowej. Przykładowo – grupa badawcza z Triestu używa zbudowanego dla NASA superkomputera Pleiades, jednego z najszybszych na świecie (ponad 230 tys. procesorów Xeon).



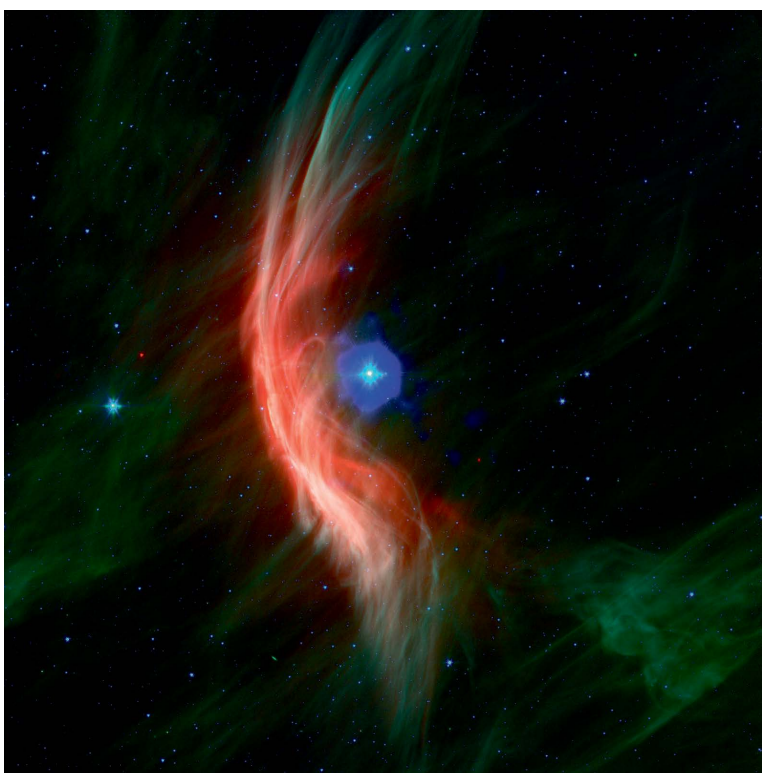
Mgławica Kraba – pozostałość supernowej, źródło promieniowania gamma oraz radiowego

eprasa.pl 544b0e1a55



Gwiazda Kappa w konstelacji Kasjopei – widoczna łukowa fala uderzeniowa

Chociaż oprogramowanie jest rozwijane od lat i optymalizowane, pojedyncza symulacja zderzenia gromad galaktyk i powstawania fal uderzeniowych, które z kolei formują nowe struktury kosmiczne, trwa od kilku miesięcy do kilku lat (!). Tutaj trzeba dodać, że jest to odpowiednik kilkudziesięciu milionów rdzeniogodzin, czyli czasu potrzebnego komputerowi z jednym rdzeniem do wykonania obliczeń. Mówiąc w wielkim uproszczeniu: program symulacyjny zostaje uruchomiony i w zależności od tego, jak duża liczba danych została do niego załadowana, pracuje od kilku miesięcy do nawet lat. W efekcie otrzymujemy całą masę wyników, które z kolei są analizowane i porównywane z danymi obserwacyjnymi. Następnie modyfikuje się dane początkowe i cały proces powtarza, często zmieniając też samo oprogramowanie. Powolna i mrówcza praca tylko dla bardzo cierpliwych.



Młoda gorąca gwiazda Zeta Ophiuchi (gwiazdozbiór Wężownika) z łukiem fali uderzeniowej

ODLEGŁE ŹRÓDŁA

Kosmos zmienia się dynamicznie, choć prędkość tych zmian jest dla nas słabo zauważalna. Jednym ze spektakularnych zjawisk kosmicznych jest wybuch supernowej. W tym przypadku masywna gwiazda po ustaniu reakcji termojądrowych we wnętrzu zaczyna się zapadać pod wpływem grawitacji, aż w końcu jej temperatura rośnie do takiej wartości, że następuje gwałtowna eksplozja. W jej wyniku cała lub prawie cała materia zostaje wyrzucona w przestrzeń i tworzy się fala uderzeniowa, która spręża gaz międzyplanetarny. Powoduje to zmianę jego gęstości i temperatury, co możemy obserwować m.in. metodami spektroskopowymi. Pomiary te dają szansę na oszacowanie nie tylko prędkości fali, ale też lokalnej temperatury, która z czasem opada, ponieważ dochodzi do dyssypacji (rozproszenia) energii.

Innym źródłem kosmicznej fali uderzeniowej, fizycznie zbliżonym do efektu przekraczania przez samolot bariery dźwięku, jest szybki przelot swobodnej gwiazdy. Klasyczny przykład to gwiazda Kappa Kasjopei (κ Cas) o średnicy mniej więcej 80 razy większej od Słońca. Ten gorący supergigant porusza się z szybkością 1100 km/s (3,96 mln km/h), sprężając przed sobą gaz międzygwiazdowy, co powoduje powstawanie przed nim łukowej fali uderzeniowej (ang. *bow shock*), zaczynającej się ok. 4 l.św. przed nim. Łuk ma 12 l.św. długości i 1,8 r.św. szerokości. Sprężanie gazu powoduje oczywiście wzrost jego temperatury, początkowo do setek tysięcy stopni Celsjusza. Potem następuje dyssypacja energii, temperatura gazu i pyłu spada, ale utrzymuje się w granicach od -223°C do -73°C. I właśnie ten rozgrzany pył emituje promieniowanie podczerwone, widoczne doskonale na zdjęciach. Oczywiście po przelocie gwiazdy gaz i pył ulegają ponownie rozproszeniu, a wielki spektakl na niebie się kończy.

Kolejne źródło fali uderzeniowej to dżety (ang. *jets*), czyli strumienie materii emitowane przez czarne dziury, bieguny jądra galaktyki lub gwiazdy neutronowe. Materia ta jest wysoce zjonizowana i często porusza się z szybkościami bliskimi prędkości światła. Dżety występują zawsze parami i emitowane są w dwóch kierunkach, prostopadle do płaszczyzny obrotu danego obiektu. Nadal niewiele wiemy o tym, jak powstają i jak dokładnie wygląda oddziaływanie plazmy dżetowej z otaczającą materią. Mamy jednak coraz więcej danych obserwacyjnych (m.in. z teleskopu Jamesa Webba) pokazujących jednoznacznie, że te wąskie strumienie plazmy generują naprawdę silne fale uderzeniowe.

Fot. NASA/ESA/G. Bacon (STScI), Shutterstock, NASA/ESA/J. Hester and A. Loll (Arizona State University), NASA/JPL-Caltech (2)

eprasa.pl 544b0e1a55

Ponieważ fale uderzeniowe niosą olbrzymią, niewyobrażalną wręcz energię, oddziałują na wszystkie napotkane na swojej drodze struktury. „Zapalają gwiazdy", tzn. powodują takie zgęstnienie materii, że w obiekcie dochodzi do samopodtrzymującej się reakcji jądrowej. Niby kosmiczny rzeźbiarz kształtują materię całych mgławic (patrz: piękne zdjęcia pary obiektów HH 49/50, znanej jako Kosmiczne Tornado). Bez cienia przesady można powiedzieć, że duże fale uderzeniowe zmieniają strukturę całych gromad galaktyk. Jednocześnie trzeba mieć na uwadze transfer energii – z miejsc, w których jest w pewnym sensie skondensowana, do takich, gdzie pozostaje niewielka. Proces ten oczywiście postępuje bardzo wolno, nawet w skali kosmicznej, ale prowadzi do wyrównywania się temperatury wszechświata.



Para kosmicznych dżetów HH 211 w gwiazdozbiorze Perseusza

NAUKOWA FALA UDERZENIOWA

Warto tu przy okazji wspomnieć o tym, że prowadzone już od lat badania nad falami uderzeniowymi w kosmosie spowodowały swoisty efekt naukowej fali uderzeniowej, czyli przyspieszenia badań tematów w pewnym sensie ubocznych. Należy do nich np. fizyka cząstek wysokiej energii. To, co się dzieje w fali uderzeniowej oraz blisko niej, jest swoistym zderzaczem cząstek – miliardy razy potężniejszym niż LHC znajdujący się w Szwajcarii. Dochodzi tu do olbrzymich ruchów materii, głównie silnie zjonizowanej plazmy poruszającej się niekiedy z prędkościami zbliżonymi do szybkości światła.



Efektowne Kosmiczne Tornado HH 49/50 (gwiazdozbiór Kameleona)

Kolejnym obszarem analiz są pola magnetyczne. Powstają one zawsze, gdy dochodzi do ruchu ładunku elektrycznego. Tego typu pola magnetyczne są bardzo silne i oddziałują na duże odległości z polami magnetycznymi gwiazd i galaktyk, często zmieniając ich kształt. Badania takich pól, a w zasadzie efektów wywoływanych w otaczającej materii, dają astrofizykom bardzo dużo użytecznych informacji czysto fizycznych. Takich analiz nigdy nie będziemy w stanie prowadzić na Ziemi.

Inny temat, który od lat spędza sen z powiek fizykom, to ciemna materia i ciemna energia. Obserwacje zwykłej materii (tzw. barionowej) na poziomie kosmicznym oraz ich analiza mogą wiele powiedzieć o tych mało jeszcze poznanych pojęciach. Trzeba jednak podkreślić, że fale uderzeniowe nie dostarczą nam bezpośrednich danych dotyczących ciemnej materii, ale na pewno coś podpowiedzą. Niektóre nowsze modele ciemnej materii sugerują możliwość zderzeń wywołanych przez nią samą (tzw. *self-interacting dark matter*, SIDM) i czasami powstawania fal uderzeniowych wskutek tych procesów.

Jedno pozostaje pewne: opisywane tu kosmiczne zdarzenia, a przede wszystkim ich rozmiary, są trudne do ogarnięcia. Nasza wyobraźnia jest zbyt ograniczona, abyśmy uświadomili sobie masy sprężanego gazu rozciągające się na miliony lat świetlnych. Mamy jednak szczęście, że kataklizmy te następują bardzo daleko, zwykle miliardy lat świetlnych od Układu Słonecznego. Możemy więc spokojnie je obserwować, zyskując olbrzymią wiedzę na kosmicznym poziomie.

dr n. chem. Mirosław Dworniczak

Dziennikarz naukowy – freelancer, współpracujący z „Wiedzą i Życiem" oraz „Tygodnikiem Powszechnym", dawniej także z „Magazynem Internet" i „PC World". Z wykształcenia chemik, uzyskał doktorat z fizykochemii organicznej.

Fot. ESA/Webb/NASA/CSA/T. Ray (Dublin Institute for Advanced Studies), NASA/JPL-Caltech/J. Bally (University of Colorado)

eprasa.pl 544b0e1a55

Pulsar – serwis popularnonaukowy POLITYKI

POPULARYZATOR NAUKI 2024 i 2025

projektpulsar.pl

Wszystko, co warto wiedzieć o nauce:

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

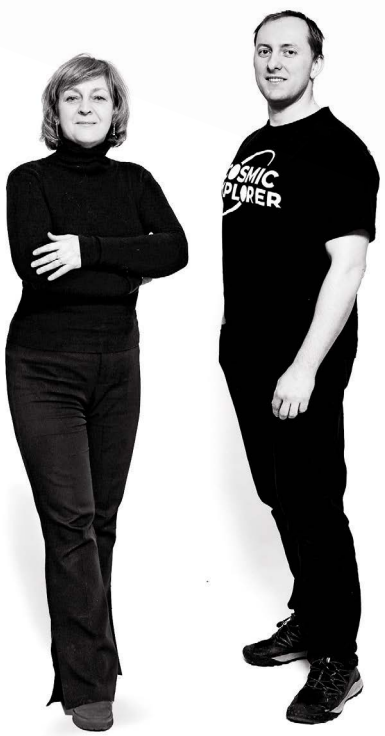
...i jeszcze więcej:

- recenzje najgorętszych książek popularnonaukowych
- cotygodniowy newsletter Pulsara
- podkasty **„Pulsar nadaje”** – już ponad 170 rozmów z najciekawszymi polskimi naukowcami



PAWEŁ SIKORSKI:
Wirusy celowo zakładają czapki

DOROTA ROSIŃSKA, MAREK SZCZEPAŃCZYK:
Chcemy sięgnąć początków Wszechświata



KATARZYNA SZNAJD-WERON:
O ruchach ciał społecznych



Zaprenumeruj nas:
projektpulsar.pl

eprasa.pl 544b0e1a5

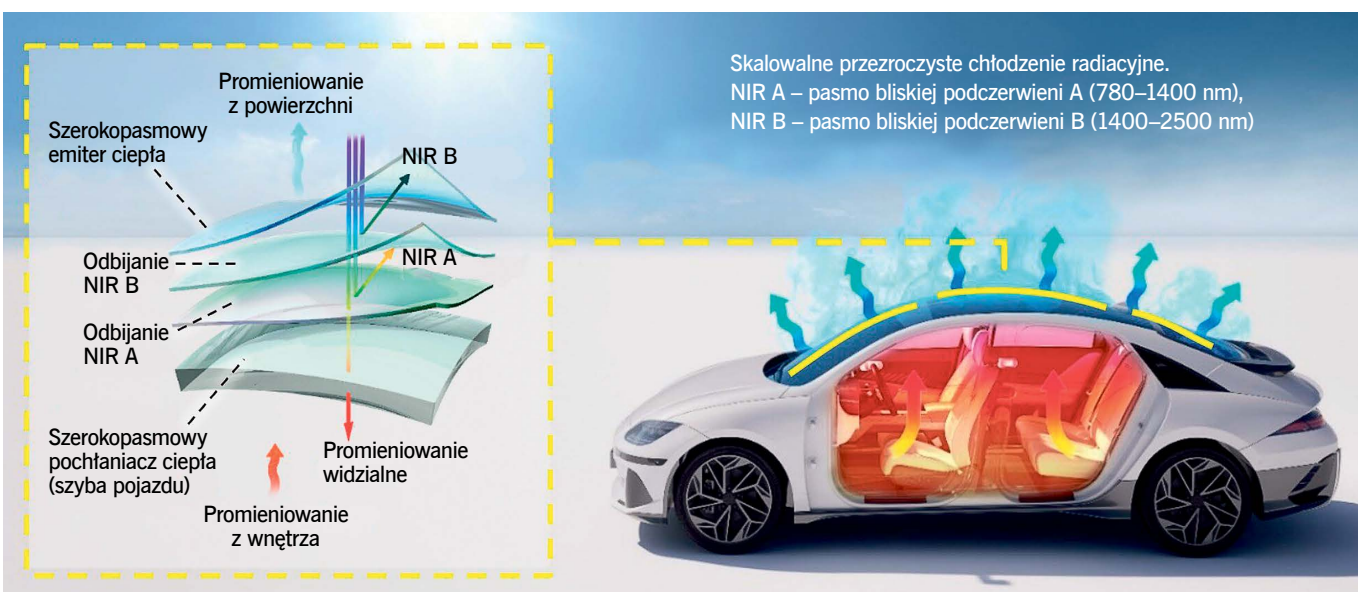


Sztuczny pies przewodnik

Trudno przecenić pracę psa przewodnika, ale jak wiadomo, zwierzę męczy się i nie wykona pewnych czynności. By pomóc niewidomym, badacze z Binghamton University, State University of New York (USA) skonstruowali wyposażonego w sztuczną inteligencję e-psa, z którym bez problemu można się porozumiewać głosowo. Wynik jest niesamowity. Osoba niewidząca w pełni panuje nad sytuacją. Pies przed wyjściem otrzymuje plan trasy, a w trakcie spaceru skanuje teren i może np. opowiadać o mijanych przeszkodach lub ciekawostkach. O wszystko troszczy się właśnie AI. Pierwsze testy przeprowadzono w skomplikowanym pomieszczeniu, obecnie planowane są spacery na zewnątrz.

Schłodzić auto

Auta narażone na działanie promieni słonecznych nagrzewają się pod wpływem promieniowania podczerwonego (IR), które jest składnikiem światła słonecznego. Zespół z Seoul National University (Korea Południowa) zaprojektował więc system STRC – *scalable transparent radiation cooling* – skalowalne przezroczyste chłodzenie radiacyjne. Sam pomysł polega nie tylko na blokowaniu promieniowania cieplnego wnikającego przez szyby do środka, ale też na efektywnym odbijaniu i rozpraszaniu skumulowanej energii. W tym celu opracowano kilkuwarstwową przejrzystą powłokę, która przepuszcza 70% widzialnego światła słonecznego, jednocześnie odbijając tzw. bliskie promieniowanie IR i przepuszczając na zewnątrz promieniowanie IR z wnętrza auta. Testy prowadzono w warunkach terenowych w Korei, USA i Pakistanie. Wynalazek pozwolił obniżyć temperaturę wnętrza nawet o 6°C.

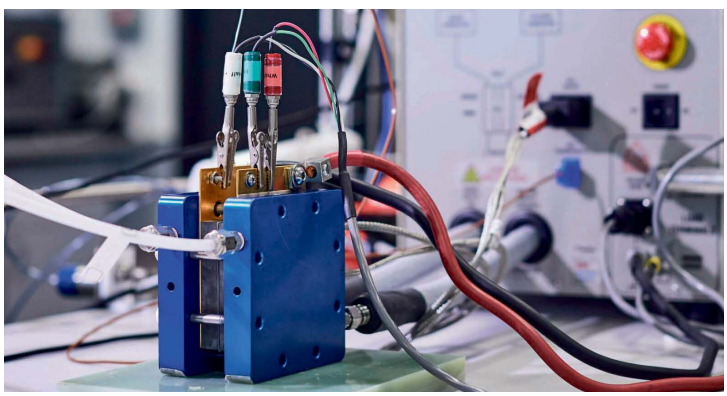


Skalowalne przezroczyste chłodzenie radiacyjne.
NIR A – pasmo bliskiej podczerwieni A (780–1400 nm),
NIR B – pasmo bliskiej podczerwieni B (1400–2500 nm)

eprasa.pl 544b0e1a55

Nowy rodzaj ogniw paliwowych

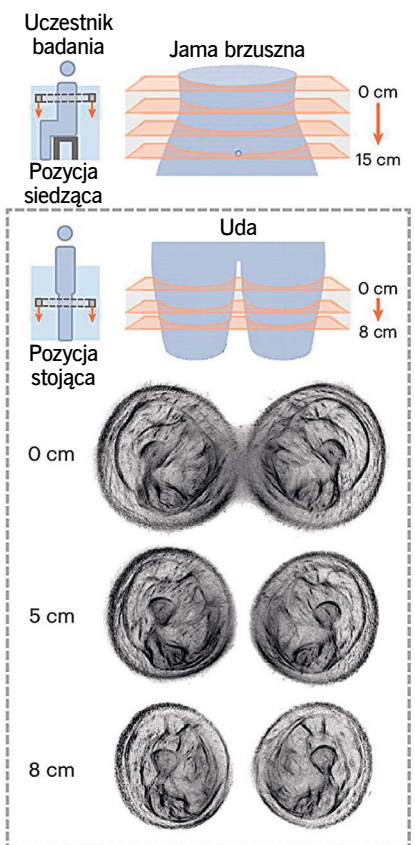
W dobie czystej energii coraz większego znaczenia nabierają ogniwa paliwowe, a szczególnie wodorowe. Mamy tu do czynienia z jedną z najprostszych reakcji chemicznych, a mianowicie utleniania wodoru tlenem. Produktem jest tu oczywiście czysta woda. W teorii wszystko wygląda prosto, ale jak zawsze diabeł tkwi w szczegółach. Dopracowania konstrukcji podjęli się australijscy uczeni z University of New South Wales. Ogniwo wodorowe działa następująco: do anody doprowadzany jest gazowy wodór, który utlenia się, oddając elektrony, podczas gdy na katodzie tlen gazowy reaguje z elektronami, redukując się do O^{2-}. Niestety, część wytworzonej wody blokuje przepływ gazowego tlenu i powoduje spadek efektywności ogniwa. Dlatego Australijczycy stworzyli na elektrodzie mikrokanaliki, których zadaniem jest usuwanie tej wody. W porównaniu z klasycznymi konstrukcjami to ogniwo daje nawet o 75% więcej mocy. Jego twórcy uważają, że nowa konstrukcja przybliża nas do stworzenia naprawdę efektywnych pojazdów elektrycznych, w tym samolotów.



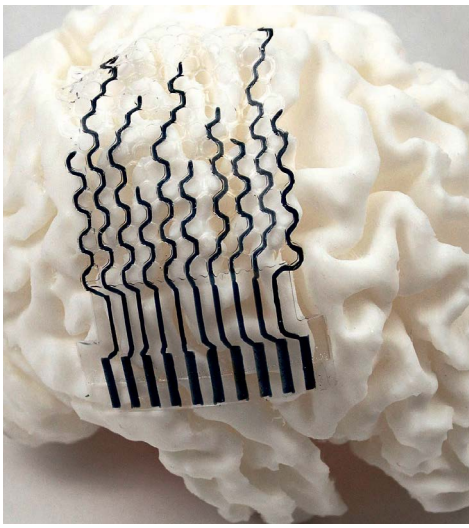
Prototyp ogniwa wodorowego

Skan USG w 10 s

USG jest standardową procedurą diagnostyczną, dającą sporo informacji o stanie zdrowia. Zwykle skan wykonuje się z użyciem ręcznej głowicy, a badanie obejmuje określone obszary ciała. Dużo zależy też od umiejętności operatora sprzętu. Dlatego warto się przyjrzeć pomysłowi uczonych z California Institute of Technology (USA), którzy zaprojektowali nowe urządzenie diagnostyczne, nazwane UST (*ultrasound tomography* – tomografia ultradźwiękowa). Klasyczny aparat USG wymaga kontaktu głowicy z żelem pokrywającym skórę (warunek dobrego przewodnictwa fal dźwiękowych). W przypadku UST pacjenta umieszcza się w zbiorniku z wodą (rozwiązanie stosowane w pierwszych aparatach USG), a otaczający go pierścień, zawierający 512 przetworników, porusza się w dół i górę, emitując i zbierając sygnały ultradźwiękowe. Uzyskane obrazy są znacznie dokładniejsze niż wykonane pojedynczą głowicą. Skanowanie trwa zaledwie 10 s. Nie ma tu szkodliwego promieniowania, hałasującego sprzętu, ciekłego helu (niezbędnego do pracy skanera do rezonansu magnetycznego). Jakość uzyskanego obrazu jest podobna jak w MRI. Badacze pracują nad udoskonaleniem urządzenia (żeby nie był to pionowy zbiornik, lecz łoże) i planują przeprowadzenie testów klinicznych.



Schemat działania skanera USG



System bioelektrod na modelu mózgu

Monitorowanie mózgu

Bezpośrednie badanie aktywności mózgu polega zazwyczaj na umieszczeniu delikatnych bioelektrod bezpośrednio na jego powierzchni i monitorowaniu sygnałów elektrycznych. Niestety, dotychczasowa konstrukcja elektrod nie uwzględniała tego, że każdy mózg jest inaczej pofałdowany, co zależy od czynników genetycznych. Neuronaukowcy z Penn State University (USA) postanowili więc opracować bioelektrody dopasowywane do konkretnego pacjenta (rozciągliwe i zmieniające kształt). Wykorzystali materiał na bazie hydrożelu i – bazując na budowie plastra miodu – zmodyfikowali samą strukturę elektrod. Stworzenie takiej elektrody rozpoczyna się od rezonansu magnetycznego mózgu, aby ustalić strukturę jego powierzchni. Kolejnym krokiem jest precyzyjny druk 3D i umieszczenie bioelektrody bezpośrednio na powierzchni organu. Pierwsze testy prowadzono na szczurach. W ciągu 28 dni nie stwierdzono skutków ubocznych, w tym negatywnej odpowiedzi immunologicznej. Gdy zostaną przeprowadzone badania kliniczne, czeka nas ciekawa przyszłość w neuronaukach i badaniu chorób neurodegeneracyjnych.

dr Mirosław Dworniczak

Fot. Jonathan W. Cohen/Binghamton University/State University of New York, Energy & Environmental Science, University of New South Wales, Nature Biomedical Engineering (2026). DOI: 10.1038/s41551-026-01660-4, Tao Zhou

eprasa.pl 544b0e1a55

laboratorium

ZAPAMIĘTYWANIE I TRESURA

Jak dużo zapamiętujemy? Czego może nauczyć się roślina? Jak powstaje odruch warunkowy u zwierzęcia?

PAWEŁ JEDYNAK

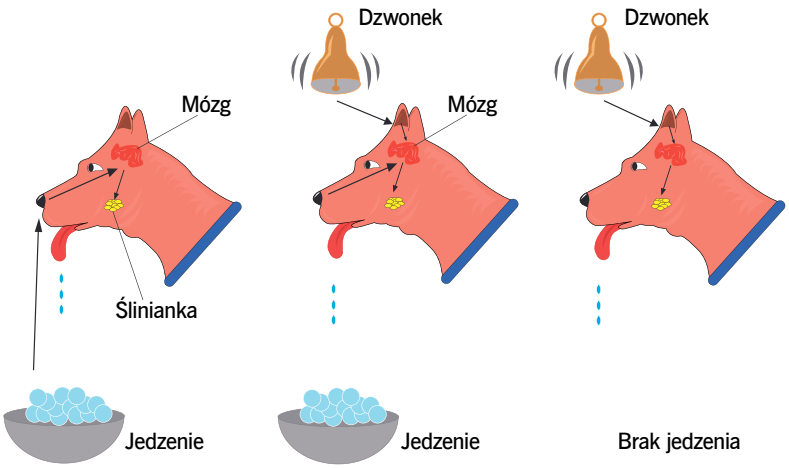
UWAGA!
Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe wskutek doświadczeń.

ZESTAW PRZYRZĄDÓW I MATERIAŁÓW

nasiona ogórka lub sałaty, cztery plastikowe pojemniki po sałatce, ołówek, kartka, marchewka, jabłko, kawałek mięsa, termometr kuchenny

Czas przygotowania: 3 godz.

Koszt: 35 zł



Odruch Pawłowa. Psa uczy się kojarzyć, że jedzenie pojawia się wraz z dźwiękiem dzwonka. Potem sam dzwonek wywołuje ślinienie się.

Doświadczenie 1

Przygotuj kartkę i ołówek. Zapamiętaj liczbę 386467 i nie podglądając, zapisz ją na kartce papieru. Potem spróbuj wydłużyć liczbę o kolejną cyfrę itd.

Wyjaśnienie: Nasza pamięć krótkotrwała ma ograniczoną pojemność. Cyfry to pojęcia bardzo abstrakcyjne i ich zapamiętanie jest trudne. Długie ciągi cyfr są dla nas kłopotliwe do zapamiętania. Przeciętnie człowiek zapamiętuje 5–7 cyfr.

Doświadczenie 2

Zapamiętaj 386 oraz 467 i napisz z pamięci na kartce. Dodatkowo zapamiętaj i przeczytaj na głos 654 i 879 i napisz z pamięci na kartce.

Wyjaśnienie: Dzielenie długich informacji na mniejsze fragmenty ułatwia ich zapamiętywanie. Oprócz tego lepiej zapamiętujemy informacje aktywujące wiele ścieżek percepcji (wzrok + słuch) – możemy zapamiętać kształt, znaczenie, ale także dźwięk danej liczby. Wiele rdzennych ludów swoje przekazy ustne o historii i tradycji dodatkowo splatało z tańcem – każdy ruch miał znaczenie. Nawet ikoniczny hawajski taniec hula, dziś popularna rozrywka, oryginalnie miał podkreślać znaczenie i dramatyzm pieśniopowieści.

Doświadczenie 3

Zapamiętaj i napisz z pamięci na kartce 34607691. Zapamiętaj informację: kot zeskakuje z krzesła i trąca łapą kłębek wełny, toczący się potem w kierunku talerza, z którego odfruwa przestraszony motyl. Motyl przelatuje nad stawem z rybami i siada na drzewie. Na kartce napisz z pamięci sekwencję zdarzeń. Co łatwiej ci odtworzyć z pamięci?

Wyjaśnienie: Co roku odbywają się Mistrzostwa Świata Pamięci (World Memory Championships), których zwycięzcy są w stanie zapamiętać ułożenie całej talii kart lub długie ciągi cyfr. Zwycięzcy, np. Dominic O'Brien, Ben Pridmore czy Alex Mullen, stosują przy tym systemy przypisujące liczbom dodatkowe znaczenia (007 to np. szpieg, ale też czynność, choćby pościg, lub obiekt – pistolet). Zmieniają zatem bezsensowne ciągi cyfr w widowiskowe opowieści, łatwiejsze do zapamiętania. W doświadczeniu cyfra 3 symbolizuje kota (lub mordkę kota), 4 przypomina krzesło, 6 to kłębek wełny, 0 i 7 to talerz i motyl, 69 to ryby (podobnie wygląda znak zodiaku), 1 to pień drzewa. Śmieszne i absurdalne historie zapamiętujemy łatwiej. W Japonii i w Stanach Zjednoczonych coraz popularniejsze są także oznaczenia numerów stref parkingowych przy centrach handlowych za pomocą zwierząt lub maskotek (w Japonii np. *yuru-chara*), łatwiejsze do zapamiętania niż kod liczbowy.



eprasa.pl 544b0e1a55

Doświadczenie 4

Młode ssaki łatwo się uczą. Kota, królika czy świnkę morską można wytresować do reagowania na imię. Głodnemu zwierzęciu pokazujemy przysmak (marchewka, jabłko, kawałek mięsa) i dajemy mu go uszczknąć. Cały czas, nieustannie wołając jego imię, odsuwamy kąsek, zmuszając pupila do podążania za nami po pokoju. Co jakiś czas przystajemy, nagradzając wysiłek zwierzęcia dotarciem do kąska (to ważne!). Powtarzamy codziennie przez 2 tyg.

Wyjaśnienie: Jest to prosty przykład powstawania odruchu warunkowego – nabytej automatycznej reakcji na bodziec, wykształcanej poprzez uczenie się i kojarzenie. Bodziec neutralny to dźwięk imienia, który zaczyna być kojarzony z jedzeniem (bodźcem pierwotnym) i z podążaniem w kierunku źródła dźwięku. Częściowo działa tu też uczenie sprawcze – dobiegnięcie do celu jest nagradzane kąskiem. Z czasem powstaje odruch – usłyszenie imienia powoduje chęć biegnięcia do wołającej osoby. Warunkowanie i nagradzanie to także ważny mechanizm, aby oduczyć młodego psa np. uciekania z domu na kilka dni – po powrocie należy go przywitać i nagrodzić (zbudować pozytywne skojarzenie dom = nagroda).



Odruch warunkowy pozwala tresować zwierzęta, aby przybiegały na dźwięk imienia.



Osy *Polistes fuscatus* uczą się i wnioskują na temat swojego miejsca w hierarchii.

Doświadczenie 5

Jeśli masz akwarium z rybkami, zanim rozpoczniesz karmienie, delikatnie stukaj 10 razy w szybę (np. paznokciem) zawsze w tym samym miejscu. Pokarm wprowadzaj w okolicach miejsca stukania.

Wyjaśnienie: Ryby akwariowe również można warunkować na dźwięk – z czasem stukanie może skutkować ich gromadzeniem się przy ścianie akwarium będącej źródłem dźwięku.

Doświadczenie 6

Kiełkujące nasiona ogórka lub sałaty rozdziel równo do dwóch pojemników (np. po sałatce) – jedną grupę zalej wodą o temperaturze pokojowej, a drugą (weź termometr kuchenny) o temperaturze 40°C. Poczekaj 30 min (kontroluj i podmieniaj wodę, aby utrzymywać temperaturę!). Przełóż kiełki do pojemników wyłożonych wilgotnym ręcznikiem, zakryj foliowym przezroczystym woreczkiem i ustaw w jasnym miejscu. Po dobie obie grupy zalej na 10 min wodą o temperaturze 60°C, po czym przełóż do innych pojemników, zabezpiecz folią i ustaw w jasnym miejscu. Obserwuj przez kolejne dni.

Wyjaśnienie: Doświadczenie jest dość trudne, ale ciekawe. Krytycznym etapem jest dobranie czasu traktowania siewek tak gorącą wodą, co bardzo zależy od kondycji samych siewek. Zbyt krótkie nie wywoła widocznych zmian, zbyt długie zabije wszystkie siewki. Wysoka temperatura uszkadza i zabija komórki, powoduje m.in. denaturację białek, czyli uniemożliwia ich działanie poprzez złe zwijanie się białkowego łańcucha. Takie zdenaturowane białka są naprawiane przez białka szoku cieplnego. Wstępne traktowanie gorącą (40°C) wodą stymuluje ich produkcję przez kolejnych kilka dni (jest to jeden z rodzajów pamięci biochemicznej), dzięki czemu lepiej przetrwają one kontakt z bardzo gorącą wodą niż nietraktowane siewki. Badania naukowe tego typu prowadzili m.in. Marc Hilker i Thomas Schmülling.

WIEDZA W PIGUŁCE

Psy Iwana Pawłowa śliniły się na dźwięk dzwonka, bo nauczył je kojarzyć ten bodziec z pojawieniem się jedzenia – powstał odruch warunkowy. Na takiej samej zasadzie uczy się zwierzęta reagowania na komendy. Ale sami także podlegamy takiemu warunkowaniu, choć u ludzi mamy znacznie więcej mechanizmów uczenia się (np. społeczne, pamięciowe, sprawcze), które się na siebie nakładają. Nietypowym efektem jest np. dziwne odczucie, gdy ktoś obcy krzyknie nasze imię w tłumie, ale też problem ze sprawnym zabraniem się do pracy, bo rutynowo działamy w pewnej sekwencji (zdejmujemy kurtkę, a następny krok… kawusia). Czasami jesteśmy niewolnikami takich sekwencji, mamy automatyczne zachowania, nawyki, często zmieniające się w uzależnienia (gdy sięgamy po telefon, czujemy przymus, by sprawdzić media społecznościowe; w sklepie zaczynamy od alejki ze słodyczami) – pozornie neutralne okoliczności stają się wyzwalaczem pewnych zachowań, utrudniając leczenie uzależnień. Uczenie się, pamięć i warunkowanie obserwujemy nie tylko u kręgowców, ale także u owadów i roślin. Osy *Polistes fuscatus* rozpoznają unikalne wzory ubarwienia („twarze") innych osobników i walczą o miejsce w hierarchii, wykorzystując przy tym wnioskowanie przechodnie. Jeśli A pokonał B i ja pokonałem A, to pokonam B. Osa B też to wie i mnie nie atakuje. Gąsienice motyli można nauczyć kojarzenia zapachu anyżu z pokarmem, potem będą preferować pachnące nim pokarmy, pamiętając o tym nawet jako motyle. Badania Moniki Gagliano pokazują, że odruch warunkowy i pamięć występują u mimozy oraz grochu zwyczajnego – mimoza przestała reagować na powtarzający się niegroźny bodziec, a zacieniony groch nauczono rosnąć w stronę dmuchawy, gdy za każdym razem z tego kierunku uruchamiano potem światło.

dr Paweł Jedynak
Popularyzator nauki i pracownik Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ w Krakowie. Bada nowe możliwości wykorzystania mikroorganizmów w biotechnologii i molekularne mechanizmy rozwoju roślin.

Fot. Shutterstock (4)

eprasa.pl 544b0e1a55



Niestała gwiazda w Koronie

Czy wybuchowa gwiazda nareszcie eksploduje?

WERONIKA ŚLIWA

WŁAŚCICIELE teleskopów amatorskich albo mocnych lornetek mogą poszukać w gwiazdozbiorze Korony Północnej słabej gwiazdy o niezbyt efektownej nazwie T Coronae Borealis. Jeśli będą obserwować ją systematycznie, którejś nocy może ich spektakularnie zaskoczyć, jaśniejąc nawet 1500 razy. Nasza bohaterka jest bowiem w rzeczywistości parą gwiazd, tworzących układ nowej powrotnej. Jak działa ten odległy mniej więcej o 3 tys. l św. od Ziemi system?

Historia T Coronae Borealis rozpoczęła się kilka miliardów lat temu, gdy z gazowego obłoku narodziła się para gwiazd różniących się masą. Masywniejszy obiekt, jak zawsze, ewoluował szybciej. Jego zwykłe życie zakończyło się, gdy odrzucił zewnętrzne warstwy, a stygnące jądro utworzyło białego karła – supergęstą kulę materii, która masę zbliżoną do słonecznej utrzymuje ściśniętą do rozmiarów Ziemi. Białe karły jednak miewają okazję do drugiego, jeszcze bardziej interesującego żywota. Gwiazda musiała tylko trochę poczekać na mniej masywną towarzyszkę, która z czasem rozdęła się do czerwonego olbrzyma. Obie krążą tak blisko siebie, że część zewnętrznych warstw olbrzyma opada na białego karła. Sytuacja jednak nie jest stabilna: gaz (głównie wodór) gromadzi się na powierzchni karła przez kilkadziesiąt lat, by po osiągnięciu wystarczającej masy gwałtownie wybuchnąć w eksplozji termojądrowej.

To takie właśnie wybuchy można obserwować – i to gołym okiem. W maksimum T Coronae Borealis osiąga jasność porównywalną z Gwiazdą Polarną, czyli robi się całkiem jasna. Coś takiego zdarza się niezbyt często – raz na jakieś 80 lat. Ostatnią eksplozję obserwowaliśmy w 1946 r., co oznacza, że kolejnej możemy się spodziewać w każdej chwili. Może nawet następuje dziś (czy raczej dziś dochodzi do nas jej mocniejsze światło). Warto chyba wyjrzeć z domu i na szybko to sprawdzić...

Sam gwiazdozbiór Korony Północnej można obserwować w czerwcu praktycznie przez całą noc – to mała, ale wyraźna konstelacja przypominająca diamentowy diadem. Upamiętnia klejnot ofiarowany przez Dionizosa porzuconej przez wiarołomnego Tezeusza Ariadnie. Cierpliwi obserwatorzy Korony dostrzegą jeszcze efektowniejsze widowisko: niewykluczone, że pożerający towarzyszkę biały karzeł z czasem pochłonie za dużo materii i wybuchnie już nie jako nowa, lecz supernowa – widoczna z Ziemi nawet za dnia. Ale czy to będzie dziś, czy za tysiące lat, jeszcze nie wiemy...

Fot. Alamy/Indigo, Infografiki Wawrzyniec Święcicki

Czerwiec

Słońce znów wznosi się najwyżej: 21 czerwca o 10:54 jego promienie padną prostopadle do zwrotnika Raka, co dla mieszkańców północnej półkuli Ziemi oznacza długie i ciepłe dni. Jak długie? Na początku miesiąca dzień zaczyna się o 4:21, by zakończyć o 20:48. Pierwszego dnia lata obie te pory przesuwają się na 4:15 i 21:01. Tego dnia Słońce wzniesie się na maksymalną w roku wysokość, wynoszącą w Warszawie o 12:38 aż 61,2°. Oczywiście dużo zależy tu od szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Np. w miejscowościach położonych bardziej na północ będzie to wysokość mniejsza, ale za to dzień potrwa jeszcze dłużej – zbliżamy się przecież do bieguna, gdzie gości właśnie dzień polarny. Krótkie noce mogą nam urozmaicić obłoki srebrzyste: najwyższe chmury ziemskiej atmosfery, zauważalne niekiedy tuż przed wschodem słońca lub po jego zachodzie. Oglądając ich zjawiskowe welony, widzimy podświetlone od dołu przez słońce kryształki lodu, zawieszone na wysokości 75–85 km. W środku nocy, gdy Słońce zajdzie niżej, podziwiajmy letnie gwiazdy i tworzone z nich gwiazdozbiory Strzelca, Korony Północnej i Herkulesa.

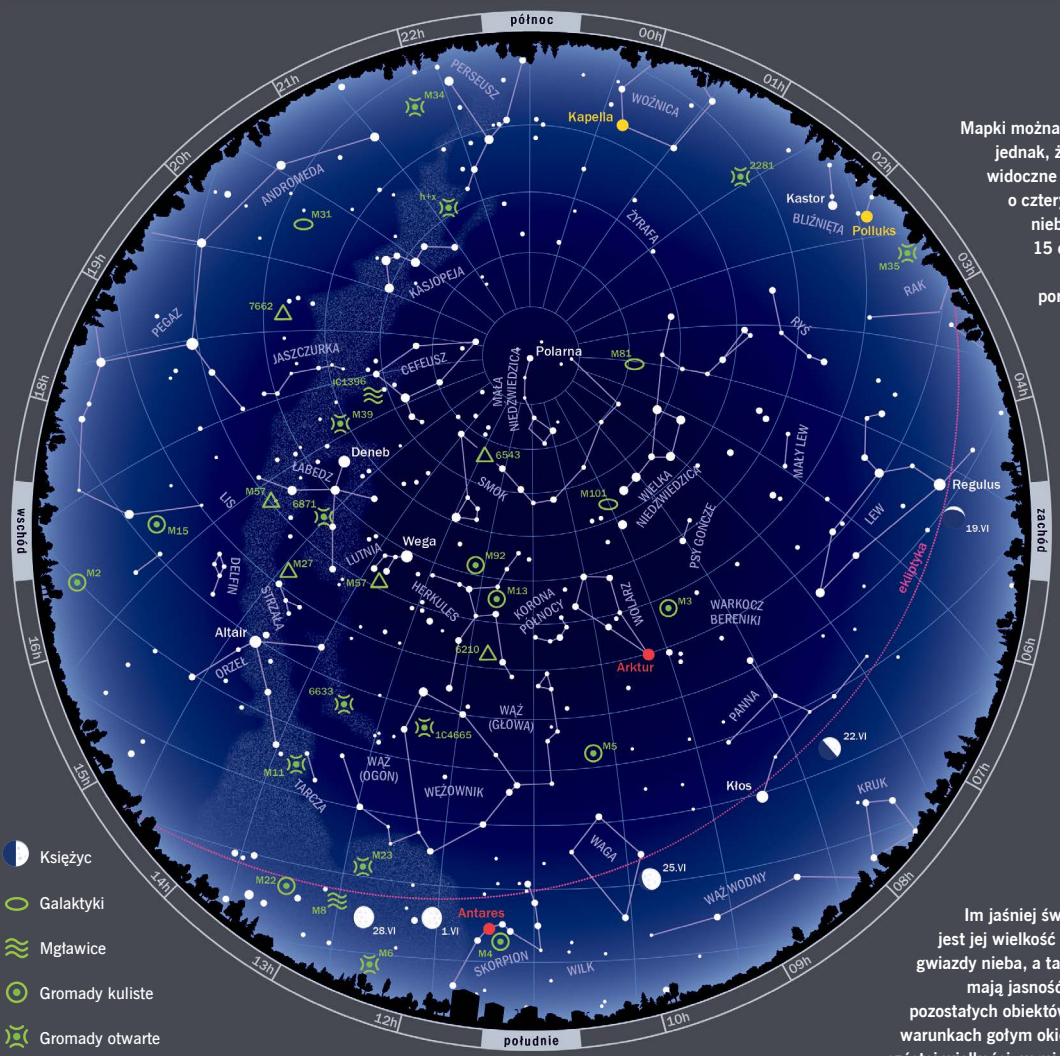
Wędrówki planet

Merkurego (0,2^m) poszukajmy w drugim tygodniu miesiąca. Planeta jest widoczna wieczorem na tle Bliźniąt. Wieczorem zobaczymy również Wenus (–3,9^m). Za to pod koniec miesiąca rankiem na niebie możemy zaobserwować Marsa (1,3^m). Wczesnym wieczorem ujrzymy Jowisza (–1,7^m). Saturn (0,8^m) ukazuje się miłośnikom porannych pobudek. Planetę zobaczymy na tle konstelacji Wieloryba, a pod koniec miesiąca – Ryb. Uran i Neptun są obecnie blisko Słońca, podobnie planeta karłowata Ceres.

eprasa.pl 544b0e1a55

Przełom roku

niebo nad Polską w nocy z 1 na 2 czerwca o godz. 24:00



Mapki można używać przez cały miesiąc, pamiętając jednak, że każdej następnej nocy gwiazdy zajmą widoczne na niej ustawienie względem horyzontu o cztery minuty wcześniej. Mapka przedstawia niebo, jakie zobaczymy 1 czerwca o 24:00, 15 czerwca o 23:00 i 30 czerwca o 22:00. Jeżeli rozpoczniemy obserwacje przed porą, którą opisuje mapka, część obiektów zaznaczonych na jej wschodniej stronie nie będzie jeszcze widoczna na niebie, a nisko nad zachodnim horyzontem ujrzymy niewidoczne na ilustracji gwiazdy (można je znaleźć na mapce z poprzedniego miesiąca).

FAZY KSIĘŻYCA

- ostatnia kwadra 8.06 o 12:01
- nów 15.06 o 4:54
- pierwsza kwadra 21.06 o 23:55
- pełnia 30.06 o 1:57

- Księżyc
- Galaktyki
- Mgławice
- Gromady kuliste
- Gromady otwarte
- Mgławice planetarne

SKALA JASNOŚCI

Im jaśniej świeci gwiazda, tym mniejsza jest jej wielkość gwiazdowa ^{m}. Najjaśniejsze gwiazdy nieba, a także jasno świecące planety mają jasność mniejszą od zera, jasności pozostałych obiektów są dodatnie. W idealnych warunkach gołym okiem można dostrzec obiekty szóstej wielkości, w mieście rzadko widać gwiazdy słabsze niż czwartej wielkości gwiazdowej.

-1^{m}
0^{m}
1^{m}
2^{m}
3^{m}
4^{m}

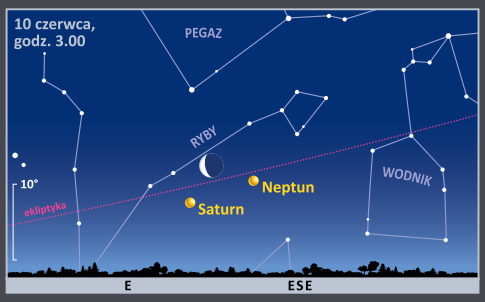
Przystępując do obserwacji, należy obrócić mapkę w taki sposób, by oznaczenie strony świata, ku której jesteśmy zwróceni, znalazło się na dole. Gwiazdy widoczne tuż nad horyzontem będą wówczas odpowiadały gwiazdom znajdującym się na dole mapki.

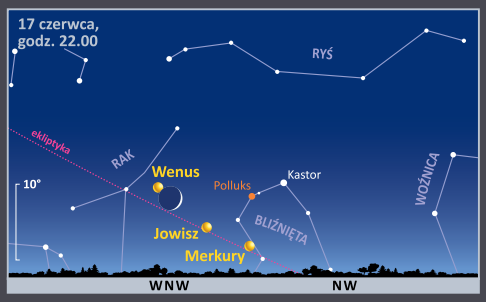
Oprócz gwiazd na mapce znajdują się widoczne gołym okiem planety. Zaznaczono także położenia Księżyca w kilkudniowych odstępach. Jasności obiektów oznaczono za pomocą różnych rozmiarów kółek – największe przedstawiają najjaśniejsze gwiazdy i planety. Prócz planet na mapce zaznaczono schematycznie obszar Drogi Mlecznej oraz przedstawiono położenie ekliptyki, wzdłuż której w ciągu roku porusza się Słońce. W pobliżu tej linii odnajdziemy wszystkie planety i Księżyc.

Śladem Księżyca i planet

W drugiej połowie nocy 10 czerwca możemy podziwiać Księżyc obok Saturna w Rybach. Siedem dni później Srebrny Glob odwiedzi Wenus w Raku. W pobliżu dostrzeżemy też Jowisza i Merkurego.

dr Weronika Śliwa





eprasa.pl 544b0e1a55

JERZY BRALCZYK



Wstręt

MOGLIBYŚMY w słowie *wstręt* dopatrzyć się czegoś w rodzaju onomatopei, podobnie jak w słowie *wzdrygnąć się*: odruchy fizyczne, które towarzyszą wrażeniom tak nazywanym, jakoś przypominają dźwięki, które trudno opisać, ale łatwo sobie wyobrazić – wzdrygamy się ze wstrętu, czasem wydając odgłos podobny do *parskania* (też wyraz dźwiękonaśladowczy). Nieprzyjemne odczucia powinny mieć nieprzyjemne nazwy. Takie słowa jak *wstręt*, *odraza*, *obrzydzenie* może nie są w swojej substancji odrażające i wstrętne, ale wyraz twarzy przy ich wypowiadaniu, ich artykulacja często ich znaczenie uwypuklają.

Biskup Krasiński w swoim nieocenionym słowniku synonimów z końca XIX w. tak pisał o tych słowach: „Wstręt (od dawnego słowa wstrącać, które znaczyło odpychać, odtrącać) oznaczał dawniej odbijanie się od czego, np. fal morskich od skały. Dziś znaczy mimowolne a prawie nieprzezwyciężone uczucie, które nas od jakiej osoby, lub rzeczy instynktownie odpycha, tak że się nieraz na sam jej widok wzdrygamy". „Odraza tem się różni od wstrętu, że jest skutkiem tak niemiłego wrażenia, iż nie chcąc go drugi raz doznać, odwracamy się i odpychamy od siebie tę rzecz, lub osobę, która takież wrażenie na nas sprawićby mogła. Wstręt czujemy, gdy nas coś odpycha i odtrąca; odrazę, gdy my sami coś odpychamy od siebie. Wstręt więcej się stosuje do rzeczy moralnych, odraza więcej do materialnych, np. wstręt od złego, wstręt od nauk. Odraza od lekarstwa, którego bez wzdrygnienia się przyjąć nie możemy. Do osoby jednak równie wstręt, jak odraza być może". „Obrzydzenie oznacza wstręt do tego, co komu obrzydło; zatem co wprzód wstrętu nie obudzało. Właściwie odnosi się do zmysłu smaku. Ale może się stosować i do rzeczy moralnych".

Wtedy jeszcze mieliśmy inne odcienie znaczeniowe i inną konstrukcję przyimkową: *wstręt* i *odraza* były *od czegoś*, nie *do czegoś*, co wydaje się bardziej logiczne (*odraza* nawet zawiera *od-*). Później ekspansywny przyimek *do* zaczął odnosić się (a dlaczego nie *donosić się*?) do bardzo różnych stosunków.

Wstręt *czujemy*, *odczuwamy*. Językowo przejawia się tym, że nas *bierze*, *ogarnia*, *obejmuje*, *przejmuje* i *zdejmuje*. Fizycznie łączy się z *dreszczem* (*wstrętu*). My do tego, co wstrętne, *wstręt żywimy*, a ono nas nim *napełnia* i *budzi* go w nas – czyżby był w nas uśpiony? Ten potencjalny sen dotyczy uczuć raczej nieprzyjemnych (różne rzeczy budzą w nas *złość*, *gniew*, *lęk*, *zakłopotanie*) – rzadziej milszych lub neutralnych, jak współczucie, wspomnienia czy skojarzenia.

Wstręt to uczucie wobec czegoś wstrętnego. Dawniej wstręt mógł i temu, co wstrętne, przeszkadzać. Zagłoba „...już i koszulę podróżną kazał sobie łojem kozłowym dla wstrętu gadowi wysmarować". *Dla wstrętu komuś* – czyli po to, by wstręt w nim wzbudzało. Kiedy *czyniono komuś wstręty*, to po to, by mu przeszkodzić w czymś, coś utrudnić. Słowacki pisał: „wszystko mi stoi na wstręcie", czyli że mu przeszkadza.

Wstręt rzadko bywa racjonalny. Częściej to coś irracjonalnego, zwłaszcza gdy jest fizyczny (gdy moralny, może być wyspekulowany – ale połączenie wstrętu z moralnością wydaje się nam czasem zbyt deklaratywne). Mówimy o jego *instynktowności*, *naturalności* – i wtedy bywa *nieprzezwyciężony*. Bo jak coś jest wstrętne, *trudno* nam *wstręt opanować*.

Takie słowa jak *wstręt*, *odraza*, *obrzydzenie* może nie są w swojej substancji odrażające i wstrętne, ale wyraz twarzy przy ich wypowiadaniu, ich artykulacja często ich znaczenie uwypuklają.

Wstręt to właściwie kategoria prymarnie estetyczna. Wstręt budzi to, co wstrętne: brzydkie, obrzydliwe, ohydne. Ale o ludziach czasem słyszy się to (lub słyszało) trochę przewrotnie. Gdy młodzieniec słyszał od damy „jest pan wstrętny", gdy mówiono o nim jako o *wstręciuchu*, to mogło być to, o co mu chodziło.

Ale generalnie wstręt nie jest miły – ani dla tego, co go czuje, ani dla tego, co go budzi. Jest wstrętny i tyle.

Fot. Agnieszka Łukaszewicz/dFoto

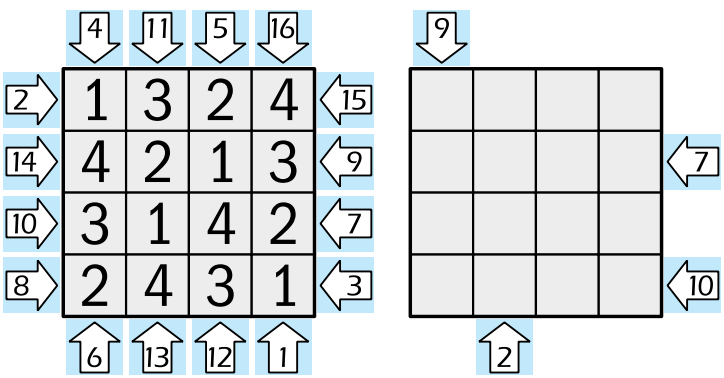
eprasa.pl 544b0e1a55

PUZELAND

MAREK PENSZKO

16 LICZB

Na lewym diagramie w każdym rzędzie (wierszu i kolumnie) kwadratu 4×4 są cztery różne cyfry od 1 do 4. Tworzą one szesnaście różnych 4-cyfrowych liczb. Szesnaście, a nie osiem, bo przyjmujemy, że w każdym rzędzie liczby są dwie – jedna czytana wprost, druga wspak. Np. w pierwszym wierszu są liczby 1324 i 4231, a w trzeciej kolumnie 2143 i 3412. Liczba w strzałce przy brzegu diagramu określa miejsce wskazanej liczby po ustawieniu wszystkich szesnastu w kolejności rosnącej: *1* – 1234, *2* – 1324, *3* – 1342,....., *14* – 4213, *15* – 4231, *16* – 4321.

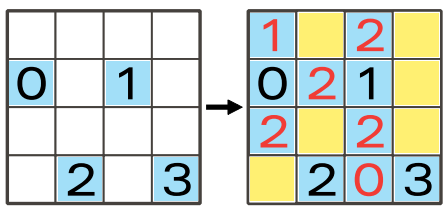


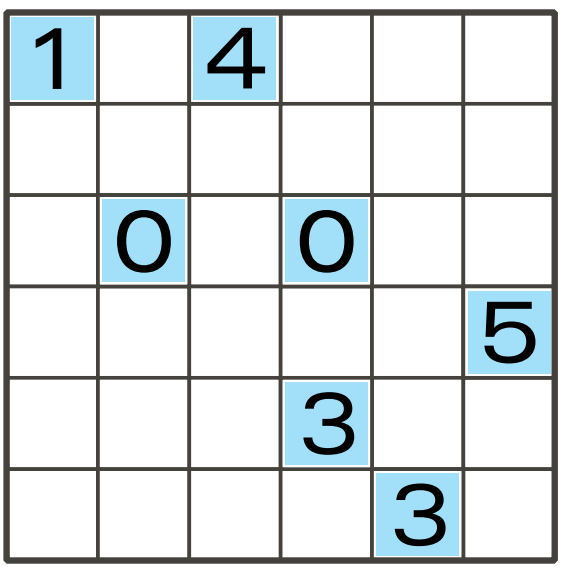
Zadanie polega na wpisaniu cyfr od 1 do 4 do prawego diagramu tak, aby powstał podobny układ (różne cyfry w każdym rzędzie tworzące szesnaście różnych liczb 4-cyfrowych). Kluczem do ich właściwego rozmieszczenia są cztery liczby w strzałkach, oznaczające to samo, co w lewym diagramie, tzn. każda określa miejsce wskazanej liczby po ustawieniu wszystkich szesnastu w kolejności rosnącej.

OBSERWATORZY

W niektórych polach diagramu umieszczono liczby. Zadanie polega na wypełnieniu liczbami (i wirtualnym błękitem) kolejnych kratek tak, aby wszystkie pola z liczbami tworzyły układ spójny przez boki, czyli jeden (błękitny) wielokąt. Ponadto:
– obserwator stojący na każdym polu z liczbą powinien widzieć w poziomie i w pionie w sumie tyle pustych (żółtych) pól, jaka jest wartość jego liczby (zasięg widzenia ograniczają inne liczby);
– takie same liczby nie mogą znaleźć się w sąsiednich kratkach (mających wspólny bok).

Przykład

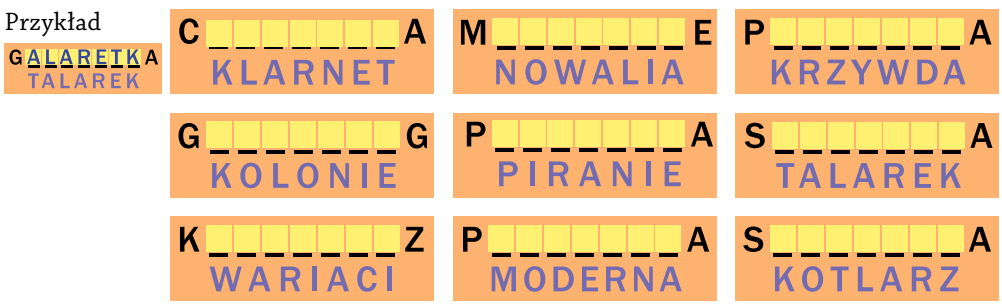




9 PO 9

Pierwszą i ostatnią literę każdego z dziewięciu 9-literowych słów ujawniono na swoich miejscach. Siedem pozostałych tworzy umieszczony pod nimi wyraz 7-literowy. Należy odtworzyć dłuższe słowa, wpisując do żółtych kratek w odpowiedniej kolejności litery słowa 7-literowego. Wszystkie „dziewiątki" są umieszczonymi w kolejności alfabetycznej znanymi rzeczownikami pospolitymi w pierwszym przypadku liczby pojedynczej.

Przykład



OSIEM BEZ SIEDMIU

{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} – to fragment ciągu liczb naturalnych o następującej własności: suma cyfr żadnej liczby nie jest wielokrotnością siedmiu. Wbrew pozorom te osiem cyfr nie stanowi najdłuższego fragmentu ciągu o podanej własności. Jaką najmniejszą liczbą zaczyna się najdłuższy fragment ciągu liczb naturalnych, w którym suma cyfr żadnej liczby nie jest podzielna przez 7, i ile liczb tworzy ten fragment?

Rys. Marek Penszko

Rozwiązania w następnym numerze.

eprasa.pl 544b0e1a55

WIEDZA i ŻYCIE
TWOJE PISMO O NAUCE

nr 1098 ukazuje się od 1910 roku
regularne wydania od 1926 roku

www.wiz.pl

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

Redakcja „Wiedzy i Życia"
e-mail: wiedzaizycie@wiz.pl
Redaktor naczelna
OLGA ORZYŁOWSKA-ŚLIWIŃSKA
e-mail: o.orzylowska@wiz.pl
Sekretarz redakcji
GRAŻYNA NAWROCKA
Redaktor
RENATA BUBROWIECKA
Opracowanie graficzne i łamanie
KRZYSZTOF SZCZYGIELSKI
Projekt okładki
KRZYSZTOF SZCZYGIELSKI
Fotoedycja
MARCIN KAPICA
Korekta
GRAŻYNA NAWROCKA
Współpracownicy
PRZEMEK BERG, JERZY BRALCZYK, MIROSŁAW DWORNICZAK, ANDRZEJ HOŁDYS, JUSTYNA JOŃCA, KATARZYNA KORNICKA-GARBOWSKA, KAMIL NADOLSKI, EWA NIECKUŁA, KRZYSZTOF SZYMBORSKI, WERONIKA ŚLIWA, PAWEŁ WALEWSKI
Rada Naukowa
Prof. dr hab. EWA BARTNIK
Prof. dr hab. MAREK DEMIAŃSKI
Prof. dr hab. MICHAŁ KLEIBER
Prof. dr hab. ANDRZEJ KAJETAN WRÓBLEWSKI
Wydawca
POLITYKA Sp. z o.o. SKA
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa
tel. 22 451 61 33/34
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl
Prezes zarządu
JERZY BACZYŃSKI
Dyrektor wydawniczy
PIOTR ZMELONEK
tel. 22 451 61 33/34
Biuro reklamy, kampanii i projektów specjalnych
IZABELA KOWALCZYK-DUDEK, Dyrektor
Tel. 22 451 61 45,
e-mail: reklama@polityka.pl
Dział Dystrybucji
MARCIN PAŚNICKI, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl
Kontakt w sprawie bezpieczeństwa produktu
e-mail: gpsr@polityka.pl
Druk
P/mint House of Print Sp. z o.o.
Copyright © POLITYKA Sp. z o.o. SKA 2026
Wszelkie prawa zastrzeżone
Przedruki po uzyskaniu zgody Wydawcy.
Kontakt: Justyna Sadowska
tel. 22 451 61 50
e-mail: przedruki@polityka.pl

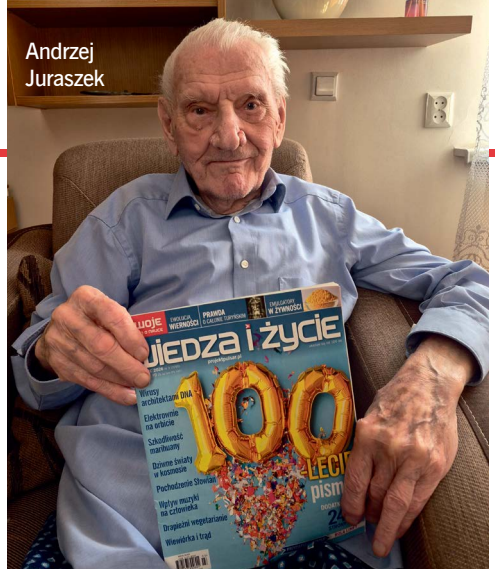
ZA TREŚĆ OGŁOSZEŃ REDAKCJA PONOSI ODPOWIEDZIALNOŚĆ W GRANICACH WSKAZANYCH W UST. 2 ART. 42 USTAWY PRAWO PRASOWE.

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

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

Nakład Kontrolowany NAKŁAD KONTROLOWANY

Listy czytelników



Fot. Archiwum prywatne

Szanowna Redakcjo
W marcu br. minęło 100 lat waszego zacnego pisma, którego ogromnym fanem jest mój tata Andrzej Juraszek, były wykładowca fizyki Politechniki Częstochowskiej. Tata 10 kwietnia br. również ukończył 100 lat.

ALEKSANDRA KOWALCZYK

Droga Czytelniczko
Serdecznie pozdrawiamy Pana Andrzeja Juraszka, życzymy mu kolejnych stu lat życia i radości z odkrywania świata.

REDAKCJA

Co dzieje się z mózgiem wskutek niewyspania?

Polsko-francuskie badania, których współautorką jest Patrycja Ściślewska z Wydziału Biologii UW, pokazują, że zarwane noce wywołują zmiany w pracy mózgu. 28 ochotników przebadano w skanerze fMRI trzykrotnie: po prawidłowym śnie, po mniej więcej 26 godz. bez zmrużenia oka oraz po chronicznej deprywacji, polegającej na tym, że przez 5 nocy spali oni tylko po 5 godz. „Podczas obróbki danych nie skupialiśmy się na poszczególnych rejonach mózgu, ale potraktowaliśmy go jako sieć obszarów, które wchodzą w interakcję. Żeby to zrobić, wykorzystaliśmy teorię grafów. Daje ona dużo możliwości sprawdzania, jak dana sieć się zmienia" – mówi Ściślewska.
Wyobraźmy sobie mózg jako skomplikowaną siatkę połączeń lotniczych. Niektóre jego obszary pełnią funkcję ogromnych hubów, czyli wielkich lotnisk przesiadkowych, które mają mnóstwo połączeń wychodzących do innych regionów. Gdy jesteśmy wyspani, informacje krążą po tej sieci szybko i efektywnie. Natomiast pod wpływem deprywacji snu dochodzi do potężnej dezorganizacji – główne huby tracą połączenia, a ruch zostaje przekierowany na mniejsze lotniska, aby w trybie awaryjnym utrzymać cały system ruchu. U każdej badanej osoby ten wewnątrzsieciowy chaos wyglądał inaczej, ale zawsze prowadził do znacznego przetasowania najważniejszych „węzłów komunikacyjnych" mózgu. Okazało się, że całkowita deprywacja senna i chroniczna deprywacja reorganizują nasze funkcjonowanie na różne sposoby. Kiedy nie śpimy całą noc, mózg wchodzi w specyficzny tryb awaryjny. W szczególności zmienia się wtedy sieć stanu spoczynkowego odpowiedzialna np. za autorefleksję czy błądzenie myślami. Po zarwanej nocy zaobserwowano zjawisko kompensacji – podczas gdy jedne obszary sieci drastycznie traciły zdolność komunikacji, inne zaczynały przejmować ich rolę, zwiększając swoją aktywność. To rodzaj awaryjnej reorganizacji, która pozwala nam działać dalej, ale zwykle kosztem koncentracji, szybkości myślenia i precyzji decyzji. W praktyce łatwiej wtedy o odpływanie myślami i drobne błędy, zwłaszcza w zadaniach wymagających uwagi przez dłuższy czas. Z kolei po 5 dobach niedoboru snu działo się co innego. Zmiany wywołane chronicznym niedosypianiem uderzały w przednią część sieci czołowo-ciemieniowej, kluczową dla logicznego myślenia i podejmowania decyzji. W codziennym życiu może to wyglądać bardzo niepozornie: czytamy kilka razy ten sam mail albo wykonujemy dobrze znaną procedurę, pomijając jeden prosty krok.
Najłatwiej rozróżnimy zarwaną noc od przewlekłego niedosypiania na podstawie stanu móżdżku. Po jednej nieprzespanej nocy jego aktywność w obszarach czuciowo-ruchowych spadała. Po tygodniu niedosypiania stawał się hiperaktywny zarówno w sferze ruchowej, jak i w obszarach odpowiedzialnych za procesy poznawcze i emocjonalne. Tak jakby mózg coraz większą część codziennych czynności próbował obsługiwać automatycznie, bez pełnego angażowania świadomej kontroli. Gdy jesteśmy chronicznie niewyspani, to działamy jakby na autopilocie.

NEWSLETTER SERWISU NAUKOWEGO UW

Zapraszamy **do pisania listów** na adres **wiedzaizycie@wiz.pl**

ROZWIĄZANIA ZADAŃ Z MAJOWEGO PUZELANDU

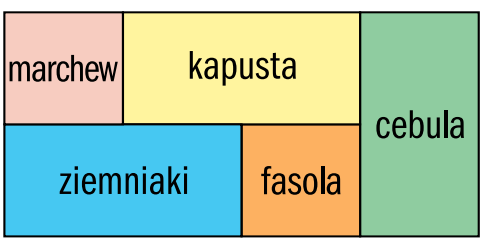
Wiedzówka. Poziomo (rzędami od góry): Amazonka, susły, misjonarz, nakaz, Santi, eremy, eukaliptusy, zaułek, Aerope, wertykał, Aveiro, estetyka, piecza.

Pionowo (kolumnami od lewej): atmosfera, envoi, arsenek, trałowiec, okowiel, persz, mizerota, Ksantypa, aura, turysta, szkopuł, sezamki, łyszczyk.

Cyfroznaki. 93:2=46 (+1).

Kręglarze. Akrobata – 181, bokser – 176, chodziarz – 158, dżudoka – 190, e-sportowiec – 180.

Warzywnik



Rys. Marek Penszko

Numer lipcowy „Wiedzy i Życia" trafi do kiosków 24 czerwca 2026 r.

eprasa.pl 544b0e1a55

PRENUMERATA „WIEDZY I ŻYCIA”

Prenumeruj druk



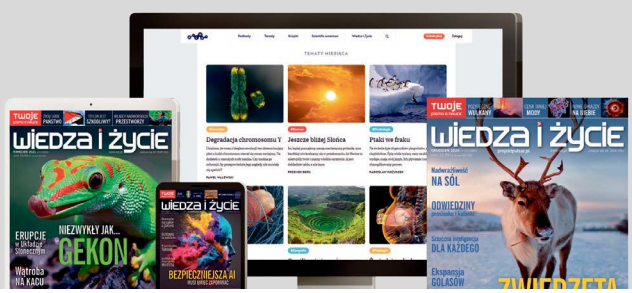
KUP TERAZ

Prenumerata roczna
149 zł

Prenumerata półroczna
90 zł

Klasyczne, papierowe wydanie „Wiedzy i Życia” z bezpłatną dostawą do wybranego przez Ciebie InPost Paczkomat 24/7 lub pocztą wprost pod Twoje drzwi.

Prenumeruj druk i serwis Pulsar



KUP TERAZ

Prenumerata roczna
279 zł

Prenumerata półroczna
159 zł

Oprócz wydania drukowanego otrzymujesz wydanie cyfrowe „Wiedzy i Życia” i „Świata Nauki” w ramach dostępu do codziennego serwisu naukowego Pulsar.

Prenumeruj w pakiecie ze „Światem Nauki”



KUP TERAZ

Prenumerata roczna
299 zł

Prenumerata półroczna
169 zł

Dwa pisma popularnonaukowe w klasycznej papierowej odsłonie. Co miesiąc 160 stron potężnej dawki wiedzy ze świata nauki.

Darmowa dostawa co miesiąc pod wskazany adres

Gwarancja stałej ceny

MASZ PYTANIA?

+48 22 336 75 60 (pon.-pt. w godz. 8:00–17:00)

prenumerata@wiz.pl

sklep.polityka.pl

Zapraszamy na wygodne zakupy!
Dla siebie i bliskich. Kupuj dla szkoły, firmy, instytucji.

eprasa.pl 544b0e1a55

Twoja ciekawość świata jest zbyt duża, by studiować tylko jeden kierunek

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE



STUDIA MATEMATYCZNO -PRZYRODNICZE

Dla tych, którzy sięgają po więcej.

smp.uj.edu.pl

TWÓRZ SWOJĄ DROGĘ WŚRÓD NAJLEPSZYCH

- Własny program studiów
- Opiekun naukowy od pierwszego dnia
- Wybór spośród 26 kierunków
- Możliwość zdobycia 2 dyplomów