świat wiedzy
WYDANIE SPECJALNE NR 4/2026 (LIPIEC–PAŹDZIERNIK)
INDEX 27853X, ISSN 2083-5825, CENA 14,99 ZŁ W TYM 8% VAT

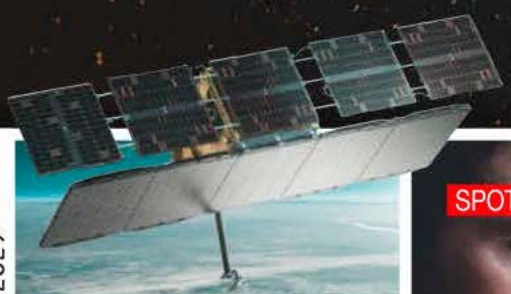
KOSMOS

MISJE – TAJEMNICE – NAJNOWSZE ODKRYCIA



JAK ZBUDOWAĆ ARKĘ NOEGO?

Tak mogą wyglądać statki, które zabiorą nas do innych układów planetarnych



ICEYE
POLSKIE SATELITY, które widzą wszystko



NAUKOWCY O BLISKICH SPOTKANIACH TRZECIEGO STOPNIA

JAK ROZMAWIAĆ Z KOSMITAMI?



CIEMNE GWIAZDY
CZY WYJAŚNIĄ TAJEMNICĘ POCZĄTKÓW WSZECHŚWIATA?

ISSN 2083-5825



KOLAGENCITO

- wsparcie dla Twojego organizmu[1]!

Wzbogać swój codzienny jadłospis w kolagen i witaminę C razem z KolagenCito

Poznaj KolagenCito – produkt wzbogacony w postaci pastylek do ssania. To prosty sposób na wzbogacenie codziennego jadłospisu o kolagen i witaminę C.

[1]Witamina C pomaga w prawidłowej produkcji kolagenu w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania kości, chrząstki, dziąseł, skóry oraz naczyń krwionośnych. Dodatkowo witamina C pomaga w prawidłowym funkcjonowaniu układu odpornościowego oraz w ochronie komórek przed stresem oksydacyjnym.

Wystarczy ssać do 3 pastylek dziennie! KolagenCito to opatentowany produkt niemieckiej marki Reutter, która od ponad 110 lat rozwija swoje doświadczenie w tworzeniu wysokiej jakości produktów.

DOBRY WYBÓR



Szukaj KolagenCito w aptekach i sklepach zielarskich.

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

eprasa.pl 9f201e92a9

WYDANIE SPECJALNE

świat wiedzy KOSMOS

SPIS TREŚCI

TECHNOLOGIE

12 Jak zbudować kosmiczną arkę Noego?
Życie w drodze na Ziemię 2.0

54 ICEYE. Polskie oko na świat
Dlaczego satelity Rafała Modrzewskiego podbiły (wszech)świat?

70 Jak zezłomować stację kosmiczną?
W 2031 roku ISS przejdzie do historii...

ZAGROŻENIA

20 Jak rozmawiać z kosmitami?
Kontakt z cywilizacją pozaziemską to nie lada wyzwanie

48 Na ile niebezpieczna dla zdrowia jest podróż kosmiczna?
Jak chronić astronautów na Księżycu lub w drodze na Marsa?

NAUKA

26 Typy spod ciemnej gwiazdy
Tajemnicze obiekty rzucające światło na narodziny wszechświata

58 Czy ona jeszcze tam jest?
Gwiezdna zagadka Betelgezy

76 W poszukiwaniu zaginionych kraterów
Anatomia ziemskich blizn

UKŁAD SŁONECZNY

30 Przybysze z gwiazd
Czy to możliwe, że przegapiliśmy wizytę obcych?

40 Wyprawa do wnętrza Jowisza
Eksperyment myślowy, który sięga granic fizyki

47 W 60 sekund do wiedzy: Jowisz

HISTORIA

36 Myszka Miki w cieniu swastyki
Walt Disney i Wernher von Braun razem wysłali Amerykanów na Księżyc

64 Zwierzęta na orbicie
Bohaterowie mimo woli

DZIAŁY STAŁE

04 Zdjęcie i jego historia
Jaka piękna katastrofa!

06 Pytania i odpowiedzi
Najnowsze doniesienia, ważne odkrycia, tajemnice wszechświata

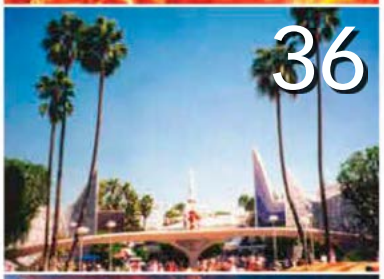


*Na czerwono zaznaczone zostały tematy z okładki













REDAKTOR NACZELNY
Adam Szumilak

ZESPÓŁ REDAKCYJNY
Dominika Dziosa-Józefiak, Miłosz A. Gerlich

KONSULTACJA NAUKOWA
dr Tomasz Mrozek

DYREKTOR ARTYSTYCZNY
Robert Latek

DZIAŁ GRAFICZNY
Natalia Gąsiorowska, Roman Nowacki, Małgorzata Porębska, Katarzyna Strycharz-Pityńska, Michał Wolski

KONTAKT Z REDAKCJĄ
swiatwiedzy@bauer.pl

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

www.swiatwiedzy.pl
www.facebook.com/MagazynKosmos

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

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

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

Druk: Walstead Kraków Sp. z o. o.

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

ISSN 2083-5825

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

Izba Wydawców Prasy

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE NA OKŁADCE: Adobe Stock; ICEYE; Team Julia Biernacik, Jakub Kot, Aleksandra Wróbel, Jacek Janas, Michał Kucharski, Wiktoria Kuchta, Natalia Łakoma, Katarzyna Śliwa/Projecthyperion.org; materiały redakcyjne/AI; Wikimedia Commons

JAKA PIĘKNA KATASTRO

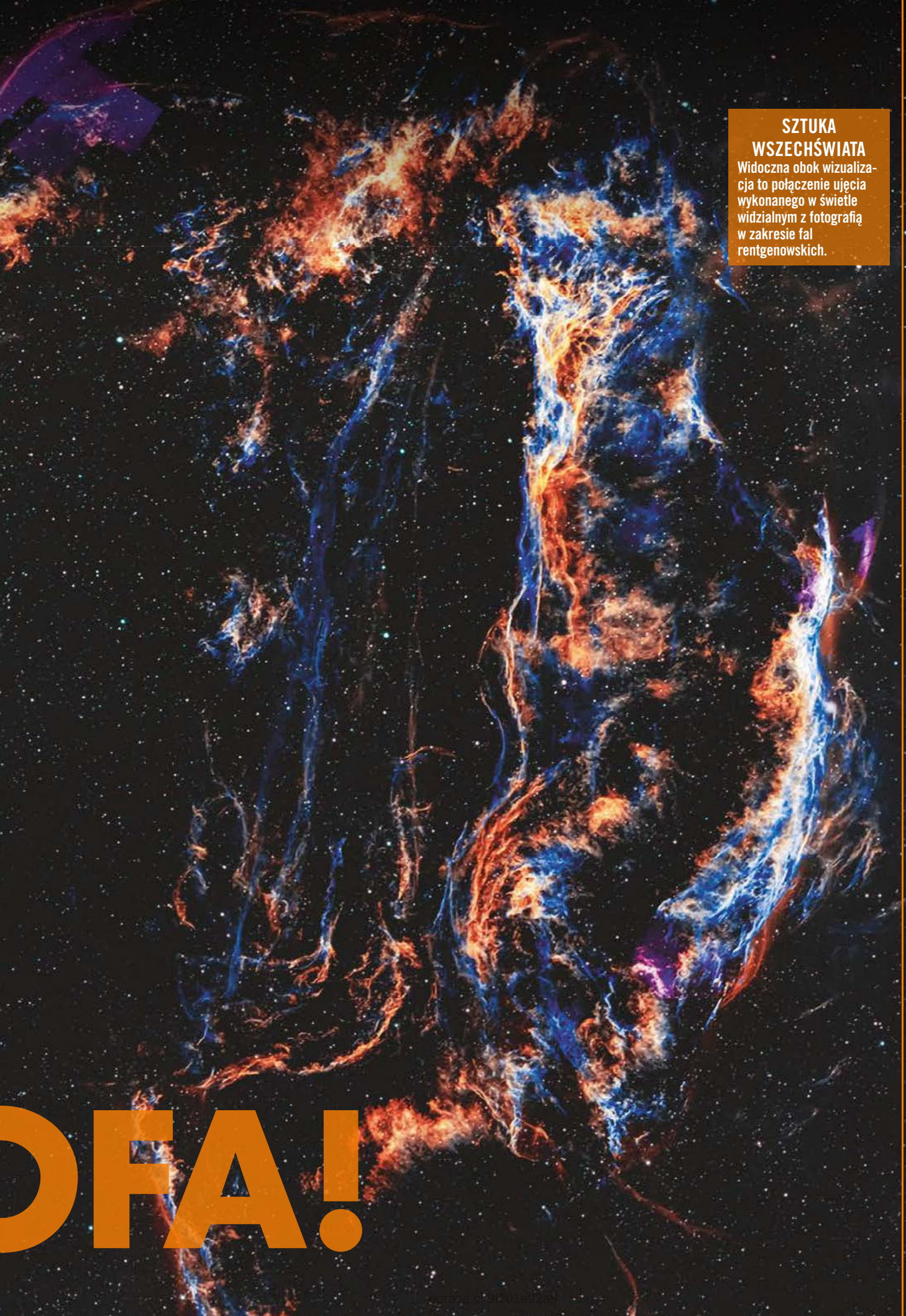
Dla naszych przodków musiało to wyglądać niczym boski znak. Niesamowite zjawisko na nocnym niebie w rzeczywistości było ekstremalnie gwałtowną śmiercią gwiazdy, która mogła zniszczyć całe światy. Dziś rozżarzone pozostałości tego kataklizmu tworzą jeden z najbardziej spektakularnych widoków w kosmosie.

Opis wybuchu anihilującej antymaterii w powieści *Niezwyciężony* Stanisława Lema zajmuje niemal dwie strony drobnym drukiem. Przesada? Niezupełnie: na tym zdjęciu widać pozostałość eksplozji supernowej, którą naukowcy na całym świecie zajmują się już od prawie 250 lat! I w zasadzie nie ma się czemu dziwić – dzięki nowoczesnym metodom obserwacji odkryli, że obiekt pod nazwą Pętla Łabędzia (ang. Cygnus Loop) jest nie tylko niezmiernie intrygujący, ale również zjawiskowy – jeśli spojrzeć na niego w odpowiedni sposób...

Pozostałości po kosmicznym wybuchu znajdują się 2670 lat świetlnych od Ziemi i rozciągają na obszarze o średnicy 120 lat świetlnych. Gdyby były widoczne gołym okiem, zajmowałyby obszar sześciu księżyców w pełni! Eksplozja nastąpiła od 10 do 20 tysięcy lat temu. Dla ówczesnych ludzi, obserwujących to niesamowite zjawisko na nocnym niebie, musiało to być jedno z tych niewytłumaczalnych wydarzeń, którym przypisywali mistyczny sens. I poniekąd takie właśnie było: w rzeczywistości był to bowiem finał życia pewnej masywnej gwiazdy, która konając, mogła zniszczyć liczne planety oraz księżyce...

Po raz pierwszy Pętlę Łabędzia dostrzegł w 1784 roku William Herschel. Od tego czasu obserwowano ją na wiele sposobów, korzystając z coraz nowocześniejszych narzędzi. Jej pełne majestatyczne piękno można ujrzeć, łącząc promieniowanie podczerwone, fale radiowe oraz promieniowanie rentgenowskie.

Pętla Łabędzia oglądana na fotografii – nawet tak szczegółowej jak ta wizualizacja – daje jednak mylne wrażenie braku ruchu. W rzeczywistości materia rozrzucona w wybuchu supernowej wciąż pędzi przez kosmiczną przestrzeń w zawrotnym tempie, podgrzewając napotkane po drodze pyły i gazy. Udało się już zidentyfikować obszary, w których temperatura sięgała milionów stopni Celsjusza! ■



SZTUKA WSZECHŚWIATA
Widoczna obok wizualizacja to połączenie ujęcia wykonanego w świetle widzialnym z fotografią w zakresie fal rentgenowskich.

OFA!

TEKST: Michał Procner ZDJĘCIE: X-ray: NASA/SAO/CXC; Optical: John Stone (Astrobin); Image Processing: NASA/SAO/CXC/L. Frattare, N. Wolk/Adobe Stock
KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN



CZY SATELITY ZABIJĄ ASTRON

eprasa.pl 9f201e92a9



OMIĘ?

Wyobraźcie sobie nocne niebo, na którym zamiast gwiazd widać jedynie pędzące jasne punkty sztucznych satelitów. Według najnowszych analiz Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) ta – nomen omen – mroczna wizja może stać się rzeczywistością. Liczba urządzeń krążących nad naszymi głowami od 2019 roku lawinowo rośnie. Obecnie, głównie za sprawą sieci Starlink od SpaceX, jest ich ok. 14 tys. Mogłoby się wydawać, że w skali kosmosu to niewiele. Ale wystarczy rzut oka na to zdjęcie przedstawiające niebo nad chilijską pustynią Atakama, dosłownie pocięte smugami światła (zdecydowana większość tych śladów należy do satelitów) zarejestrowanymi w ciągu zaledwie godziny (!), by zrozumieć, że astronomia ma poważny problem.

Tymczasem korporacje planują następne etapy podboju kosmosu. SpaceX chce wysłać na orbitę aż milion kolejnych satelitów. Jeśli tak się stanie, przez znaczną część nocy z powierzchni Ziemi widoczne będą setki, a nawet tysiące z nich – tyle samo, ile gwiazd obserwujemy nieuzbrojonym okiem w sprzyjających warunkach. A to nie wszystko! Na jeszcze bardziej kontrowersyjny pomysł wpadł start-up Reflect Orbital, który do 2035 roku zamierza umieścić nad naszymi głowami 50 tys. „kosmicznych luster" (bardzo dużych satelitów podobnych do zwierciadeł, odbijających promienie słoneczne, by rozświetlić noc). Jeżeli ten plan się powiedzie, będą to najjaśniejsze sztuczne obiekty w historii – pojedynczy satelita świeciłby nawet cztery razy jaśniej niż Księżyc w pełni, a w dużych, zanieczyszczonych światłem miastach stałby się jedynym punktem widocznym na niebie...

Łącznie orbitę ma rozświetlić 1,7 mln nowych satelitów. Będzie to katastrofa dla astronomii. – *Oświetlone przez Słońce satelity są znacznie jaśniejsze niż odległe galaktyki. Gdy satelita przechodzi przez obszar, który obserwujemy, powoduje jasny ślad na zdjęciu, prześwietlając wszystko, co znajduje się za nim* – wyjaśnia jeden z autorów analizy, Olivier Hainaut. I podkreśla, że konieczne jest wprowadzenie odgórnych ograniczeń, wynoszących maksymalnie 100 tys. obiektów – i to takich niewidocznych gołym okiem.

ZNIKAJĄCE GWIAZDY

Górny obraz po prawej to autentyczne ujęcie z aparatu uchwycone w bezksiężycową noc 16 maja 2026 roku nad Bardzo Dużym Teleskopem (VLT) należącym do ESO. Niżej pokazano, jak prezentowałby się ten sam widok po uruchomieniu całej konstelacji „kosmicznych luster" Reflect Orbital – nawet jeśli nie kierowałyby świetlnych wiązek bezpośrednio na obserwatorium. Rezultat? Nocne niebo nad naszymi głowami stałoby się trzy–cztery razy jaśniejsze.



eprasa.pl 9f201e92a9

Dlaczego **Księżyc** się kurczy?

Badania NASA wykazały, że Księżyc powoli się kurczy. Powodem tego jest fakt, że naturalny satelita Ziemi stygnie. Kiedy powstawał prawie 4,5 miliarda lat temu, jego temperatura była znacznie wyższa niż dzisiaj. Ochładzając się, zmniejsza swą objętość – ponieważ im zimniejsza staje się materia, tym słabiej drgają atomy, z których się składa. W sumie Księżyc stracił w wyniku tego procesu około 50 metrów średnicy, ale nastąpiło to w ciągu kilkuset milionów lat (poniżej zdj. wykonane podczas misji Apollo 17 w grudniu 1972 roku).



CZY TO **KOMETY** PRZYNIOSŁY NA ZIEMIĘ… **KAŁAMARNICE?**

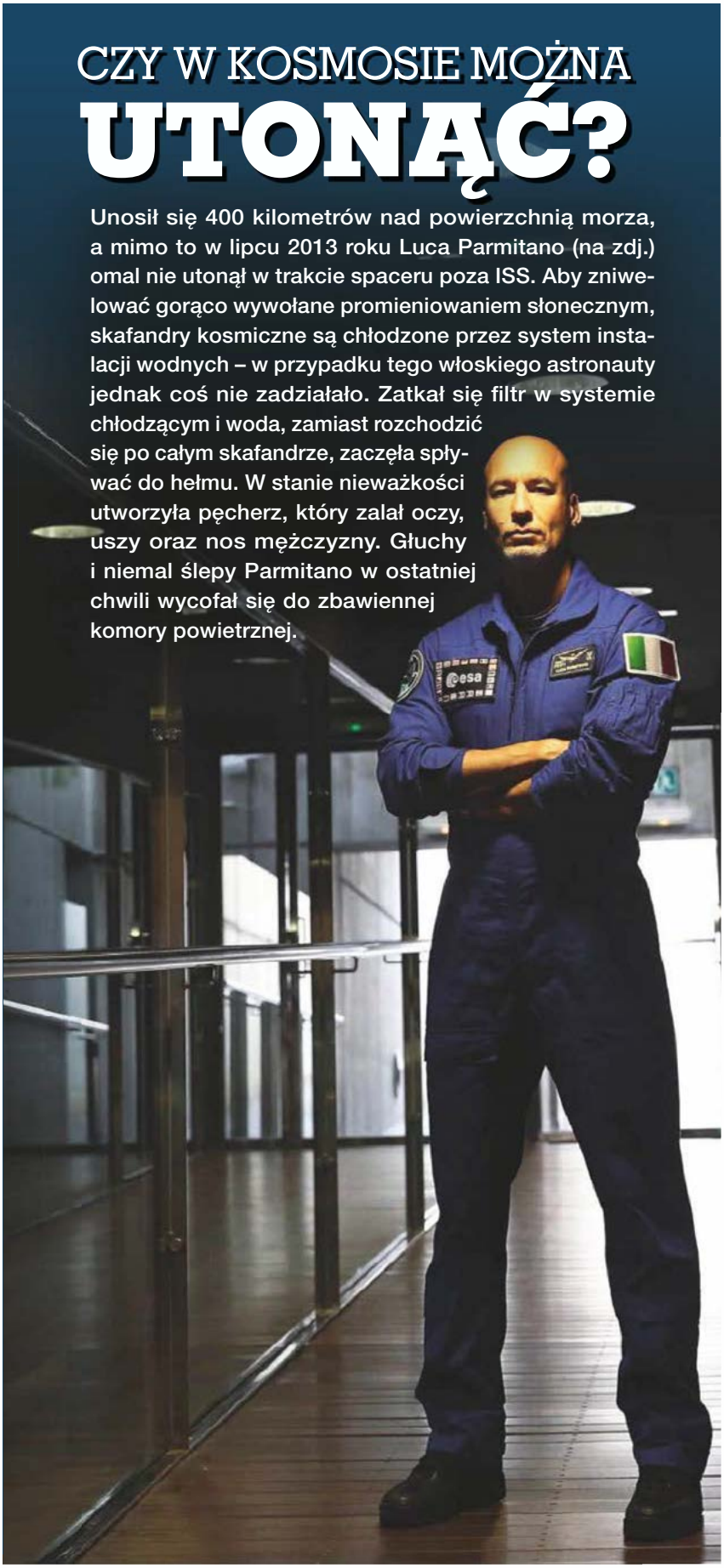


Tak brzmiącą tezę przedstawiło 33 naukowców w czasopiśmie *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. Ich zdaniem eksplozję kambryjską sprzed 500 milionów lat wywołało niespodziewane pojawienie się na Błękitnej Planecie kosmicznych organizmów. – *Genom ośmiornicy wykazuje oszałamiający poziom złożoności. Ewolucja od kałamarnicy do ośmiornicy jest zgodna z zestawem genów wprowadzonych przez wirusy pozaziemskie* – tłumaczy prof. Chandra Wickramasinghe, astrobiolog z Uniwersytetu Cardiff. Uważa on, iż kałamarnice przybyły na Ziemię na kometach. Oznaczałoby to, że są… kosmitkami. Naukowcy wyliczyli ponadto, że prawdopodobieństwo powstania życia na ciałach niebieskich tego typu jest kwadrylion raz większe, niż jego narodziny na tym łez padole.

eprasa.pl 9f201e92a9

CZY W KOSMOSIE MOŻNA
UTONĄĆ?

Unosił się 400 kilometrów nad powierzchnią morza, a mimo to w lipcu 2013 roku Luca Parmitano (na zdj.) omal nie utonął w trakcie spaceru poza ISS. Aby zniwelować gorąco wywołane promieniowaniem słonecznym, skafandry kosmiczne są chłodzone przez system instalacji wodnych – w przypadku tego włoskiego astronauty jednak coś nie zadziałało. Zatkał się filtr w systemie chłodzącym i woda, zamiast rozchodzić się po całym skafandrze, zaczęła spływać do hełmu. W stanie nieważkości utworzyła pęcherz, który zalał oczy, uszy oraz nos mężczyzny. Głuchy i niemal ślepy Parmitano w ostatniej chwili wycofał się do zbawiennej komory powietrznej.





CO NIEWAŻKOŚĆ
ROBI Z WHISKY?

Istotnym elementem procesu produkcji whisky jest kilkuletnie leżakowanie trunku w drewnianych (najczęściej dębowych) beczkach, dzięki czemu nabiera on charakterystycznego smaku. W ramach eksperymentu alkohol przez prawie trzy lata dojrzewał na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Rezultat? Raczej niezbyt zadowalający – według degustatorów whisky leżakująca w przestrzeni pozaziemskiej ma „zapach gumy i wędzonej ryby" oraz smakuje jak „słodzona śliwka". Od tej, którą znamy, różni ją także skład chemiczny. Winowajcą jest tu brak grawitacji – w stanie nieważkości destylat nie wysyca się zawartymi w drewnie garbnikami.

eprasa.pl 9f201e92a9

CO MOŻE SIĘ STAĆ, GDY **SPOTKAJĄ SIĘ DWIE GWIAZDY?**

Najnowsze badania pokazują, że Układ Słoneczny może stać się niestabilny i w efekcie nawet utracić planety. Doprowadzić do tego mogą przeloty innych gwiazd, które zbytnio się do niego zbliżą. Układy gwiezdne we wszechświecie nie pozostają bowiem w bezruchu, ale dosłownie pędzą przez swoje galaktyki. Na przykład Słońce porusza się z prędkością około 830 tys. km/h wokół centrum Drogi Mlecznej. Jego spotkanie z innym układem mogłoby poważnie zaburzyć orbity planet, w tym Ziemi, a nawet przesunąć je na nowe trajektorie. Z analiz wynika, że w ciągu najbliższych 5 miliardów lat najbardziej zagrożony wyrzuceniem z Układu Słonecznego w wyniku takiego kosmicznego spotkania jest Pluton.

Jak **AI** szuka kosmicznych **dziwactw?**

Astronomowie wykorzystali sztuczną inteligencję, by przeczesać archiwum teleskopu Hubble'a w poszukiwaniu rzadkich obiektów. Użyli do tego narzędzia o nazwie AnomalyMatch – to sieć neuronowa wytrenowana do ich rozpoznawania. W zaledwie 2,5 dnia przeanalizowała ona niemal 100 milionów niewyraźnych wycinków obrazów, odnajdując blisko 1400 anomalii, z których ponad 800 nigdy wcześniej nie udokumentowano (dwie z nich obok). Większość stanowiły zderzające się galaktyki i soczewki grawitacyjne. Co ciekawe, kilkadziesiąt kosmicznych dziwactw w ogóle wymknęło się klasyfikacji...



Nowe oblicze
Dziwna, dwubiegunowa galaktyka to jeden z przykładów obiektów znalezionych dzięki AI, które nie przypominają niczego, co znamy.

Dwa w jednym
Ta przeoczona wcześniej anomalia stanowi efekt zderzenia dwóch galaktyk.

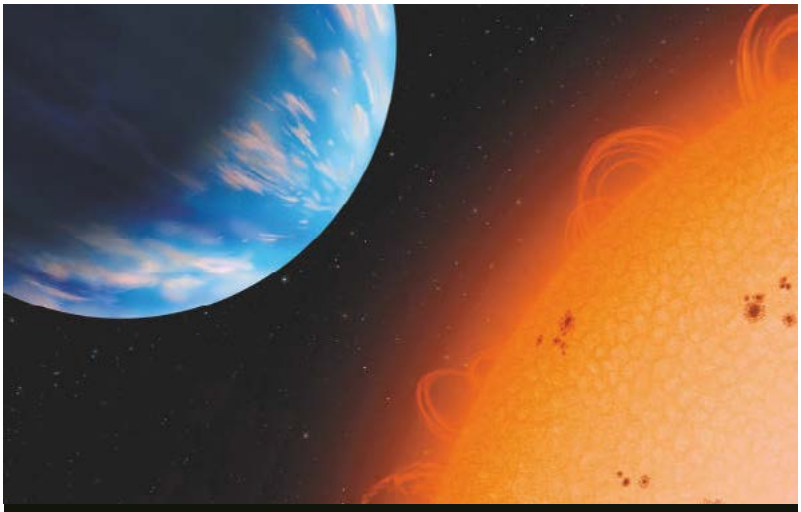
eprasa.pl 9f201e92a9



Większość zwierząt ma, podobnie jak ludzie, kuliste gałki oczne. Natomiast narząd wzroku sów przypomina budową lunetę: spora soczewka, która może przechwycić dużo światła, umieszczona jest w znacznej odległości od siatkówki. Aby całość zmieściła się w czaszce, oczy tych ptaków mają wydłużony, rurkowaty kształt, przez co nie mogą się poruszać. Sowy muszą więc obracać głowę nawet w celu niewielkiej zmiany kierunku spojrzenia.

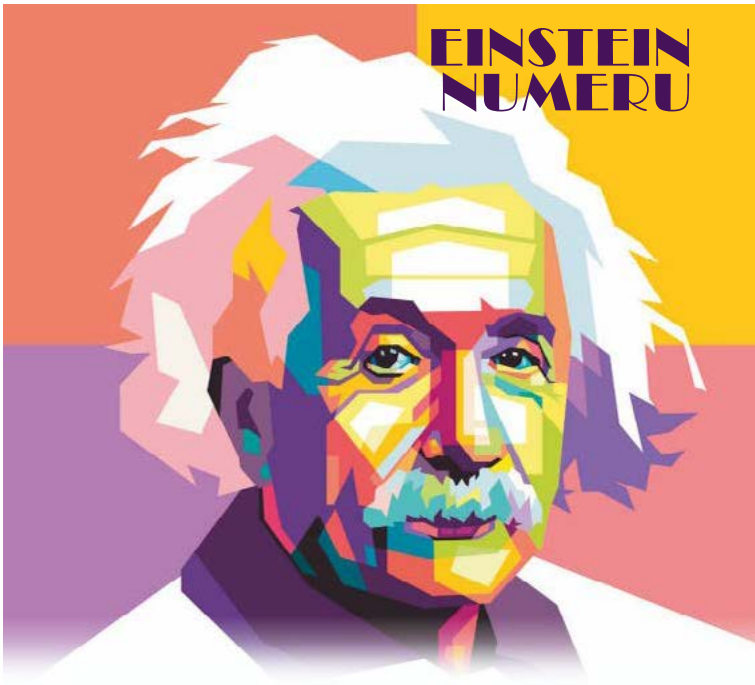
KTÓRE ZWIERZĘ **MA OCZY JAK LUNETY?**

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA: ALMA/B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); F. Kamphues, M. Kornmesser, O. Hainaut/ESO (3); NASA; Adobe Stock (2); SPL/East News; Shutterstock arch. (2); Toni Albir/EFE/Forum



GDZIE ZNAJDUJE SIĘ **GORĄCY LÓD?**

Uczeni przypuszczają, że ten żywy oksymoron występuje na odkrytej w 2004 roku planecie Gliese 436 b. Jak to możliwe, iż na tym gazowym olbrzymie o rozmiarach Neptuna zachodzi tak nieprawdopodobne zjawisko? Wszystko za sprawą panującego na nim ogromnego ciśnienia. Powoduje ono, że rozgrzana do 440°C woda na Gliese 436 b utrzymuje się w stanie lodu.



Są dwie drogi, aby przeżyć życie.
Jedna to żyć tak,
jakby nic nie było cudem.
Druga to żyć tak,
jakby cudem było wszystko

eprasa.pl 9f201e92a9

JAK ZBUDOWAĆ KOSMICZNĄ

To zaledwie 4,24 roku świetlnego od Ziemi. A raczej „aż", bo dla ludzkości to wciąż dystans nieosiągalny. Biorąc pod uwagę nawet najszybsze obiekty, które możemy skonstruować, lot do najbliższej pozasłonecznej gwiazdy, Proxima Centauri, zająłby tysiące lat. Czy mimo to taka podróż jest możliwa?



eprasa.pl 9f201e92a9

ARKĘ NOEGO?



OSTATNIA NADZIEJA NA PRZETRWANIE?

Pomysł kosmicznej „arki Noego", która ocaliłaby część ludzkości po globalnej katastrofie, jest obecnie traktowany całkiem poważnie. Wśród rozważanych propozycji trafiają się pomysły utopijne, jak idea azersko-rosyjskiego milionera dr. Igora Aszurbejliego stworzenia kosmicznej nacji Asgardczyków, ale są również dopracowane koncepcje statków generacyjnych, jak w projekcie Hyperion (na il. jeden z nich: Chrysalis). Na takim obiekcie musi być zapewniona odpowiednia zmienność genetyczna. Oszacowano, że w trwającej 200 lat podróży wystarczyłoby 160 osób – choć długi lot wiązałby się z ryzykiem rozpadu więzi społecznych. Statek powinien także posiadać bogaty bank genetyczny roślin, a może i zwierząt.

Gdyby jednak zależało nam tylko na ocaleniu *Homo sapiens* lub kolonizacji innych planet, to można by wysłać w kosmos ludzkie... zarodki, które zostałyby rozmnożone po dotarciu do celu, a następnie wychowane przez pokładowe roboty.

eprasa.pl 9f201e92a9

Bohater powieści *Projekt Hail Mary* Andy'ego Weira, której adaptacja święciła niedawno sukcesy w kinach, podróżuje w statku kosmicznym do położonej około 12 lat świetlnych od Ziemi Tau Ceti. Choć to fikcja, to wcale nie tak daleka od niektórych pomysłów naukowców. Ich realizacja nie musi być bardzo odległą przyszłością, ale pierwszy cel ewentualnej wyprawy międzygwiezdnej leżałby zapewne znacznie bliżej.

JAK SZYBKO MOŻNA LECIEĆ DO GWIAZD?

Najbliższą Ziemi gwiazdą (oprócz Słońca) jest Proxima Centauri. To całkiem dobry cel wyprawy, bo wokół niej krążą co najmniej dwie planety, z czego jedna, Proxima Centauri b, jest podobna do Ziemi. Dzieli nas od niej 4,24 roku świetlnego, czyli ok. 40 bilionów kilometrów. Kierowca przemierzający codziennie około 1000 kilometrów przebyłby taki dystans w mniej więcej 110 milionów lat. Najszybszy obiekt stworzony przez człowieka, sonda NASA Parker Solar Probe, osiągnęła prędkość ok. 690 tys. km/h. Gdyby ją utrzymała (co w kosmosie nie jest takie trudne, zważywszy na praktycznie zerowe tarcie), podróż zajęłaby jej „jedynie" 7187 lat.

A jeśliby to było 200 tys. km/s? Cóż, wtedy poszłoby szybko – zaledwie 6,3 roku, choć dla osób na pokładzie, z racji dylatacji czasu, byłoby to tylko 4,7 roku. Osiągnięcie dwóch trzecich prędkości światła jest jednak zdecydowanie poza obecnymi możliwościami ludzkości, zwłaszcza gdyby chodziło o statek z załogą. Przyspieszanie do takiej wartości trwałoby bardzo długo i wymagało ogromnej ilości energii.

A gdyby finalne tempo podróży wynosiło tylko 1% prędkości światła? Prace koncepcyjne sugerują, że jest to możliwe, choć wyprawa zajęłaby 424 lata. Bez wątpienia byłaby to więc podróż w jedną stronę. Ale czy taka misja eksploracyjna jest w ogóle wykonalna?

...GDZIE NIE DOTARŁ JESZCZE ŻADEN CZŁOWIEK

Niewątpliwie w jej przypadku wszystko musiałoby być dopięte na ostatni guzik, życie międzygwiezdnych astronautów zależałoby bowiem nie tylko od najistotniejszych „kamieni milowych", lecz i od pozornych drobnostek. Właśnie takie dopracowane w detalach pomysły znalazły się w finale pewnego interesującego konkursu.

Można go traktować jako zabawę, można też jako poszukiwanie rozwiązań na przyszłość. Nie jest przecież wykluczone, że kiedyś doprowadzimy Ziemię do takiego stanu, że będzie nam potrzebna kosmiczna „arka Noego", dzięki której uratujemy ludzkość i zdobędziemy nowy dom. Międzynarodowy projekt Hyperion przyciągnął wielu kreatywnych ludzi, w tym naukowców, inżynierów, artystów i architektów. Na czym on polegał? Chodziło o opracowanie koncepcji statków mogących odbyć podróż międzygwiezdną i zdolnych pomieścić na swoim pokładzie nawet 1,5 tysiąca osób. Wymagania dotyczyły nie tylko zapewnienia warunków niezbędnych do życia, ale również zachowania wiedzy oraz kultury. Taki statek generacyjny miał być samowystarczalny, a zaprezentowane koncepcje mogły wykorzystywać zarówno aktualne, jak i przyszłe technologie.

Wykluczono za to popularną w science fiction ideę przewożenia astronautów pogrążonych w hibernacji – na pokładzie miał powstać ekosystem, który pozwoliłby ludziom normalnie funkcjonować, i to przez wiele pokoleń. Podróż mogłaby bowiem trwać ponad 400 lat, a przynajmniej takie jest założenie zwycięskiej pracy o nazwie Chrysalis (przy okazji: drugie miejsce zajął pokazany po prawej projekt Extreme, stworzony przez polski zespół). >

JAK NIE ZWARIOWAĆ W BEZKRESIE KOSMOSU?

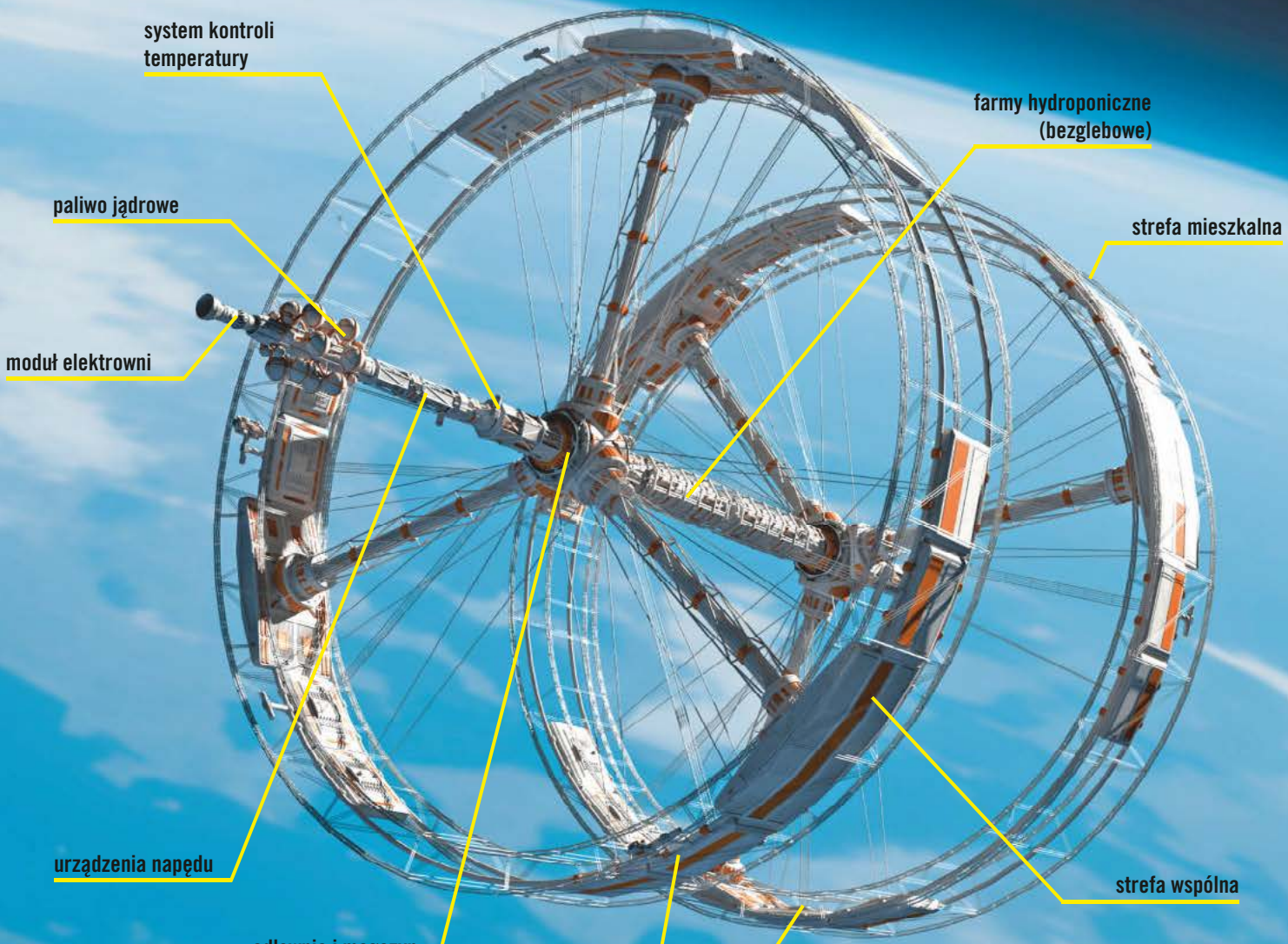
Wnętrze Chrysalis (na il.) miałoby zapewnić różnorodność stref klimatycznych (las deszczowy, tajga czy step). Elementy naturalne byłyby harmonijnie wkomponowane w architekturę. Według projektu na pokładzie nie zabraknie miejsc relaksu, parków, ogrodów, kin i bibliotek. Znajdą się tam także obiekty sportowe: siłownie, korty oraz boiska. Taka różnorodność otoczenia i rozrywek ma zmniejszyć ryzyko buntu lub problemów psychicznych w trakcie trwającej setki lat podróży.



eprasa.pl 9f201e92a9

POLAK POTRAFI – TAKŻE POZA ZIEMIĄ

Drugie miejsce w konkursie Hyperion zajął stworzony przez polski zespół projekt Extreme (na il.). Na pokładzie tego statku składającego się z dwóch połączonych ze sobą, obracających się kół o średnicy 500 metrów zmieściłoby się około 1000 kolonistów oraz sześć stref sąsiedzkich. Statek miałby zostać zmontowany na orbicie. Zaplanowano miejsce na mieszkania i przestrzenie wspólne, w tym gabinety lekarskie, warsztaty, laboratoria, szkoły, muzea, biblioteki i obiekty sportowe. Energia pochodziłaby z reaktorów termojądrowych. Istotnym elementem byłaby hodowla różnych warzyw i recykling w obiegu zamkniętym. Zaprojektowano pomieszczenia do obserwacji kosmosu, stawiając na realizm doznań zamiast symulacji z Ziemi. Pomyślano też o miejscu dla... długowiecznych żółwi, by zapewnić pionierom kontakt z innym gatunkiem.



KOSMICZNA RODZINKA
Aby zapewnić zastępowalność pokoleń, typową rodziną na Extreme byłaby para z dwójką dzieci. Zaprojektowano też ubrania – z oddychającego, szybkoschnącego, hipoalergicznego i biodegradowalnego materiału.

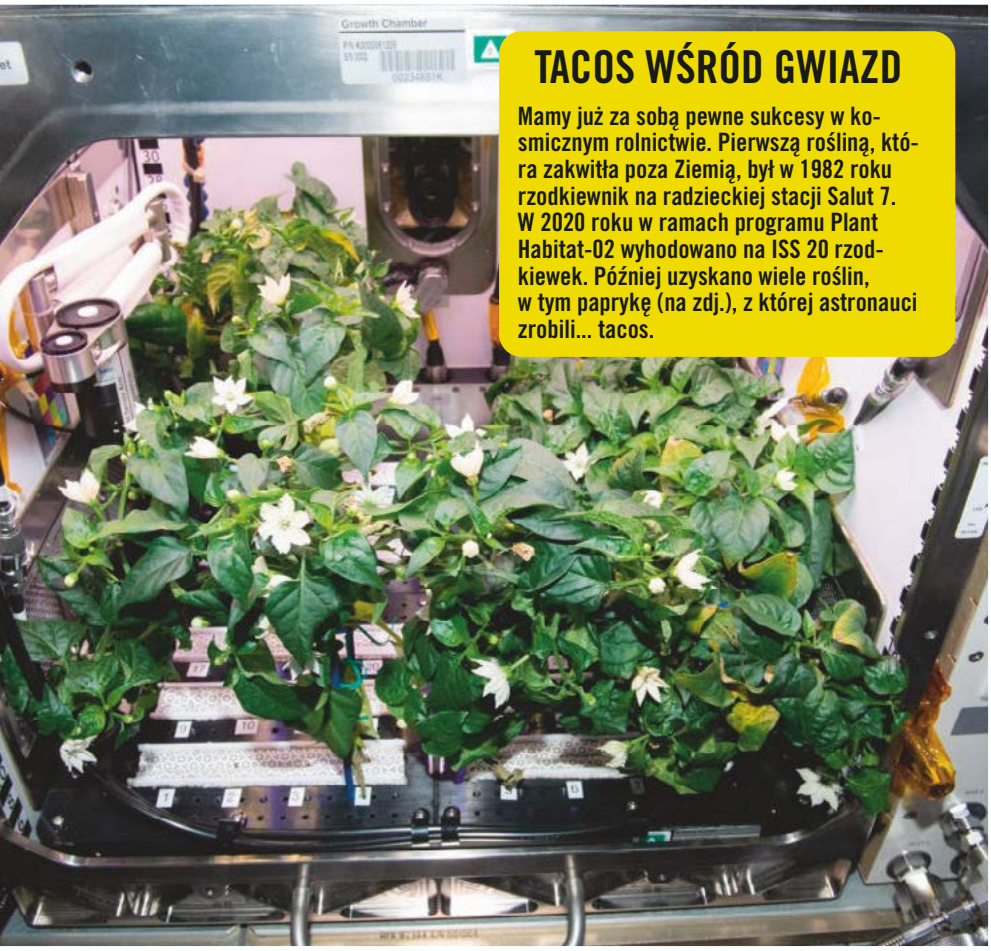


eprasa.pl 9f201e92a9

MIĘSO BEZ ZWIERZĄT

Mięso in vitro (na zdj.) powstaje w laboratorium z namnażających się komórek zanurzonych w roztworze odżywczym. Taka produkcja może potrzebować mniej zasobów i eliminuje cierpienie zwierząt. Idealnie więc nadaje się do wytwarzania na statku przez dziesięciolecia przemierzającym kosmos.





TACOS WŚRÓD GWIAZD

Mamy już za sobą pewne sukcesy w kosmicznym rolnictwie. Pierwszą rośliną, która zakwitła poza Ziemią, był w 1982 roku rzodkiewnik na radzieckiej stacji Salut 7. W 2020 roku w ramach programu Plant Habitat-02 wyhodowano na ISS 20 rzodkiewek. Później uzyskano wiele roślin, w tym paprykę (na zdj.), z której astronauci zrobili... tacos.



PO SĄSIEDZKU

Najbliższa Słońcu gwiazda, Proxima Centauri (na il.), znajduje się w odległości ok. 40 bilionów kilometrów od Ziemi. Ten czerwony karzeł nie jest dostrzegalny gołym okiem – został odkryty dopiero w 1915 roku. Ma masę ok. ośmiu razy mniejszą od Słońca. Okrążają go prawdopodobnie dwie lub trzy planety. Spośród nich najlepszą kandydatką na nasz nowy dom jest Proxima Centauri b (na il.). Ma ona podobną wielkość jak Ziemia oraz znajduje się w tzw. ekosferze, choć temperatura szacunkowa to zaledwie –39°C. Niektóre hipotezy zakładają, że ma atmosferę zawierającą tlen, a także oceany lub czapy lodowe. Koloniści musieliby się tam zmierzyć z o wiele większym promieniowaniem UV i rentgenowskim. Ostatnie badania sugerują jednak, że silne pole magnetyczne może skutecznie chronić przed nimi tę planetę.

ISS RAZY 5,7 MILIONA

Tysiąc osób, mniej więcej po połowie mężczyzn i kobiet, wyruszyłoby w długiej na 58 km tubie o masie całkowitej 2,4 miliarda ton. Trudno to sobie nawet wyobrazić, wiedząc, że najdroższa konstrukcja ludzkości, Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS), ma zaledwie ok. 109 metrów i waży niecałe 420 ton.

Jakim cudem udałoby się więc wybudować kolosa o masie 5,7 miliona razy większej? Dokonano by tego już w przestrzeni kosmicznej,

eprasa.pl 9f201e92a9



w jednym z tzw. punktów Lagrange'a, w których ciało może pozostawać we względnym spoczynku w odniesieniu do obiektów o dużej grawitacji (takich jak Ziemia i Słońce). Cała operacja zajęłaby nawet 25 lat. Po starcie przez ponad miesiąc rozpędzano by Chrysalis do właściwej prędkości (1% prędkości światła). Trwałoby to tak długo, ponieważ dla komfortu pasażerów przyspieszenie wyniosłoby nie więcej niż 0,1 przyspieszenia ziemskiego. Podobnie czasochłonny byłby etap hamowania. Najważniejsza byłaby jednak sama podróż – setki lat w bezkresie wszechświata. Jak się na to przygotować?



ŻYCIE W DRODZE NA ZIEMIĘ 2.0

Skąd energia? Przede wszystkim z reaktorów termojądrowych, dla których paliwem byłby deuter i hel-3. Choć skoro mówimy o przyszłości, to można też rozważyć bardziej wydajne metody napędu, np. wytwarzanie energii w oparciu o anihilację materii i antymaterii.

TERMOJĄDROWA MOC
Silnik oparty na napędzie termojądrowym potrafiłby napędzać statek oraz wytwarzać prąd dla jego systemów. To połączenie dużego ciągu z wysoką wydajnością mogłoby znacznie skrócić podróże kosmiczne. Wyzwaniem pozostaje bezpieczne ujarzmienie ekstremalnej temperatury i promieniowania oraz przechowywanie wodoru.

Chrysalis składa się z kolejnych cylindrów o różnym przeznaczeniu, które rotują względem siebie. Dzięki występującej w ruchu obrotowym sile odśrodkowej powstałaby sztuczna grawitacja. Jest to absolutnie niezbędne, trudno bowiem wyobrazić sobie funkcjonowanie całej społeczności w ciągłym stanie nieważkości. Ale to tylko jeden z elementów codziennego życia.

Przede wszystkim konieczne jest wytwarzanie żywności, bo nawet największe zapasy nie starczyłyby na tak długi czas. W kosmos mogą polecieć wyłącznie wegetarianie. A przynajmniej osoby, które mają świadomość, że w obiekcie nastawionym na maksymalizację produkcji kalorii nie ma miejsca na zużywanie ich na karmienie świń czy kur. Zwierzęce białka mogą być w niewielkim stopniu dostępne w diecie podróżników, lecz jedynie w postaci produkowanych w laboratorium (na podobieństwo znanego już obecnie mięsa tkankowego) lub wytwarzanych z hodowli owadów.

Ważne będzie natomiast zachowanie bioróżnorodności i odporności roślin. To zresztą bardzo wrażliwa część przedsięwzięcia – zagrożenie dla plantacji jest zagrożeniem dla całej wyprawy. Dlatego uprawy powinny być zmieniane co dwa lata. Pomóc w tym może także rozmaitość ekosystemów, w których będą występować m.in. wyselekcjonowane gatunki grzybów, mikroorganizmów czy owadów. Ich rola to nie tylko dostarczanie żywności, ale też wymiana gazowa (tlen–dwutlenek węgla) czy przetwarzanie odpadów biodegradowalnych. Ich podtrzymanie będzie wymagało zapewnienia odpowiednich faz cyklu dziennego, właściwej wilgotności, temperatury i oświetlenia.

Niezbędne byłoby również dodatkowe zabezpieczenie, dlatego na pokładzie znajdą się banki genetyczne przechowujące ziarna i DNA sadzonek oraz innych organizmów ziemskich. Inżynieria genetyczna wzmocni też same uprawy. >

eprasa.pl 9f201e92a9



MARS NA ZIEMI

Mars Dune Alpha (na zdj.) to zbudowany przez NASA habitat o powierzchni 158 m², stworzony przez drukarki 3D. Posiada kwatery dla załogi i do ćwiczeń, pokój roboczy, obszar rekreacyjny oraz miejsce upraw. Zewnętrzna część modułu symuluje powierzchnię Marsa. Aby na nią wyjść, astronauci muszą założyć skafandry i przejść przez śluzę powietrzną. W premierowej misji CHAPEA 1 wzięła udział czteroosobowa załoga, która przebywała tam przez 378 dni. Do końca października potrwa z kolei CHAPEA 2. Jej roczny program imituje pobyt na Czerwonej Planecie, stawiając na realizm, włącznie z ograniczeniem zasobów, izolacją, awariami sprzętu, hodowlą roślin i symulacją spacerów po Marsie. Uzyskane informacje mogą się przydać także w trakcie przyszłych podróży do egzoplanet.

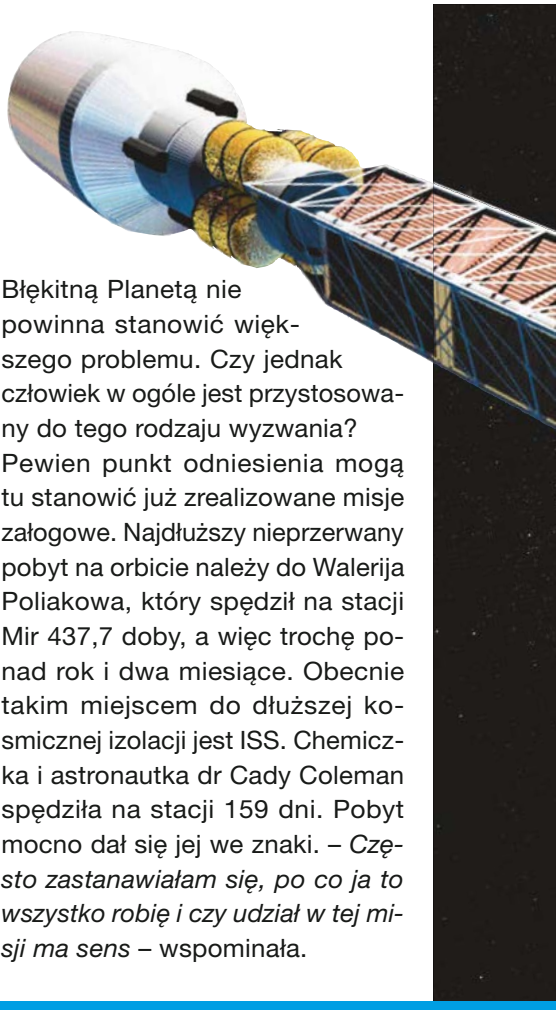
Plantacje będą monitorowane przez tysiące czujników mierzących istotne parametry, a zbiorami zajmą się roboty i drony. Podobne systemy nadzorujące temperaturę, odprowadzanie CO_2 i dostarczanie tlenu zainstalowane zostaną w obszarach przeznaczonych dla ludzi.

CIEMNO, ZIMNO I DO DOMU DALEKO

Wewnątrz znajdzie się miejsce nie tylko na rośliny zapewniające żywność, ale również służące rekreacji parki, które zagwarantują załogantom wypoczynek na łonie natury. Warunki na takiej kosmicznej jednostce powinny być bowiem jak najbardziej zbliżone do ziemskich. Nie zabraknie więc obiektów umożliwiających uprawianie sportu. Dzięki drukarkom 3D mieszkańcy będą też mogli modyfikować otoczenie i tworzyć nowe struktury. Z tego względu niezwykle istotny jest maksymalny odzysk wszelkich materiałów. Z kolei przestrzenie wspólne zorganizuje się w ogromnych, wielopiętrowych cylindrach przypominających trochę współczesne wieżowce.

Dla wszystkich, którzy chcą choć na chwilę uciec od otaczających ich realiów Chrysalis, dostępna będzie zaawansowana rzeczywistość wirtualna. To również sposób na pomoc osobom z depresją i innymi problemami psychicznymi.

W takiej podróży aspekt psychologiczny byłby zresztą kluczowy. Twórcy koncepcji wyrażają obawy o to, jak poradzą sobie z wyprawą przede wszystkim ci ludzie, którzy wyruszą z Ziemi. Pomysłem na przygotowanie ich do trudów ekspedycji miałoby być wstępne odizolowanie – czyli stworzenie populacji przejściowej, która przez 70–80 lat mieszkałaby na odosobnionym obszarze takim jak Antarktyda. Natomiast podróżnicy urodzeni już na statku traktowaliby go jako zupełnie naturalne środowisko, więc dla nich tęsknota za



Błękitną Planetą nie powinna stanowić większego problemu. Czy jednak człowiek w ogóle jest przystosowany do tego rodzaju wyzwania? Pewien punkt odniesienia mogą tu stanowić już zrealizowane misje załogowe. Najdłuższy nieprzerwany pobyt na orbicie należy do Walerija Poliakowa, który spędził na stacji Mir 437,7 doby, a więc trochę ponad rok i dwa miesiące. Obecnie takim miejscem do dłuższej kosmicznej izolacji jest ISS. Chemiczka i astronautka dr Cady Coleman spędziła na stacji 159 dni. Pobyt mocno dał się jej we znaki. – *Często zastanawiałam się, po co ja to wszystko robię i czy udział w tej misji ma sens* – wspominała.

eprasa.pl 9f201e92a9

Ośrodki symulujące wielomiesięczne odosobnienie powstały już na Ziemi. Tego rodzaju habitatem jest Mars Dune Alpha (na zdj. po lewej), w należącym do NASA Centrum Lotów Kosmicznych im. Johnsona w Houston. Obiekt o powierzchni 158 m^2 posiada kwatery mieszkalne, do ćwiczeń i rekreacji, a także teren przeznaczony pod uprawy.

Pierwsza misja projektu CHAPEA, który z niego korzystał, trwała od czerwca 2023 roku do lipca 2024 roku – przez 378 dni. Załoga liczyła cztery osoby. Dowódczyni Kelly Haston stwierdziła, że choć wcześniej była gotowa lecieć na Marsa, to po wszystkim straciła co do tego pewność. Trudna do zniesienia była rozłąka z bliskimi, a nawet sztucznie wytwarzane opóźnienia w sygnale wynoszące 22 minuty – co miało imitować pobyt na Czerwonej Planecie. Jeden cykl „wiadomość–odpowiedź" trwał prawie 45 minut. W statku lecącym coraz dalej te interwały wciąż by rosły. Nawet Pluton – stanowiący dla Chrysalis przecież ledwie początek podróży – znajduje się w odległości średnio 5 godzin świetlnych od Ziemi.

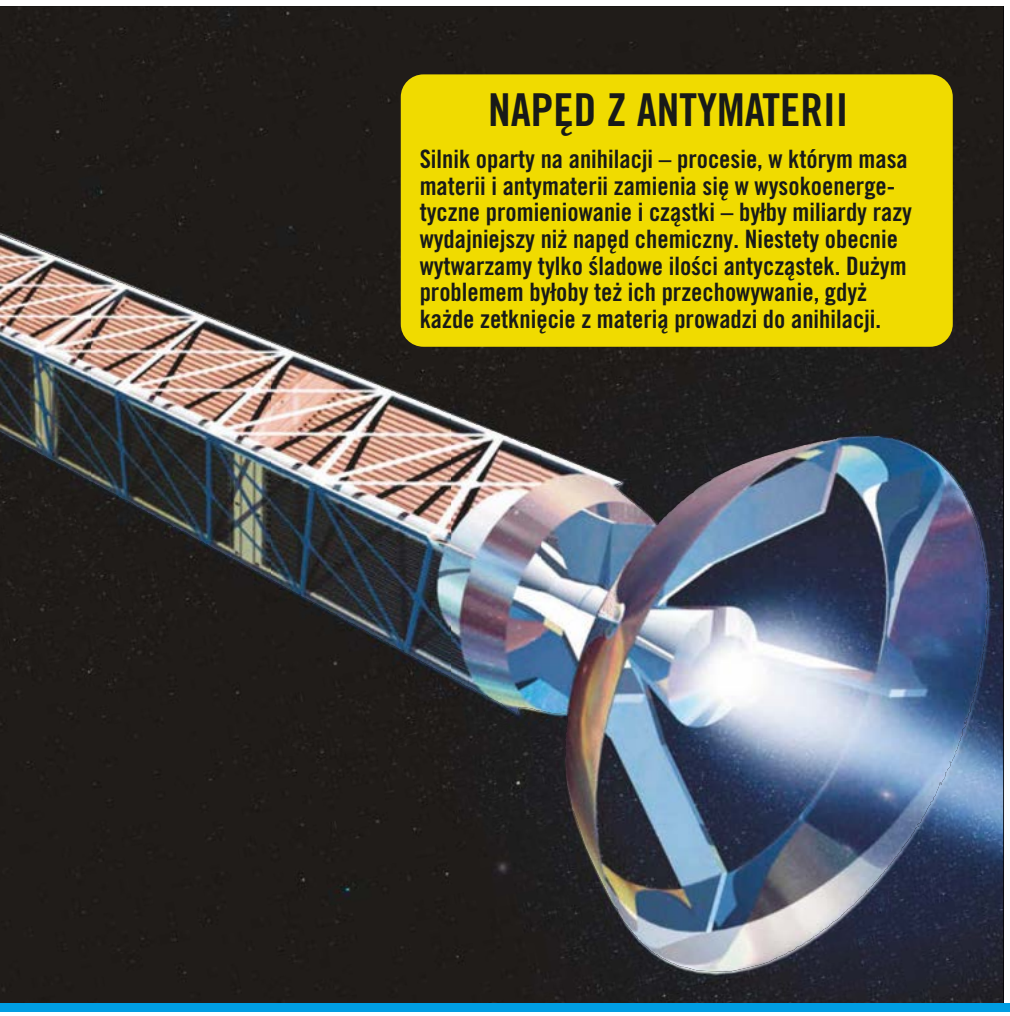
> „Nie wierzę, że ludzkość przetrwa następne tysiąc lat, jeśli nie udamy się w kosmos"
>
> prof. Stephen Hawking

Kłopotliwy byłby zapewne także dobór osób. Trudno sobie wyobrazić, żeby w tego rodzaju misji uczestniczył ktokolwiek inny niż ochotnicy. Mówimy o tysiącu ludzi, a w dłuższej perspektywie nawet większej ich liczbie. Tego, jakie będą interakcje między nimi, nie są w stanie przewidzieć najlepsze testy psychologiczne. Tym bardziej nie można mieć stuprocentowej pewności, że kolejne pokolenia uznałyby za sensowny cały projekt, o uczestnictwo w którym nikt ich przecież nie pytał. Dzięki pojemnym komputerom i sztucznej inteligencji można przechowywać na statku praktycznie całą wiedzę naszej cywilizacji, włącznie z literaturą, muzyką czy malarstwem. Nie tylko, żeby zagwarantować podróżującym rozrywkę, ale również dla zachowania dziedzictwa *Homo sapiens* w nowym miejscu. Jest to bowiem coś więcej niż ekspedycja grupki śmiałków. To wyprawa ludzkości.

SPOSOBY NA PODBÓJ WSZECHŚWIATA

Do chwili, gdy wreszcie odbędziemy ekspedycję do innych systemów gwiezdnych, minie jeszcze wiele dekad. Nie wiadomo, jak będzie ona wyglądać – czy wyślemy statki z ludźmi pogrążonymi w hibernacji (co stwarza duże problemy natury biologicznej), czy może z takimi, którzy na pokładzie gigantycznej jednostki zbudują własny ekosystem (co z kolei jest kłopotliwe pod względem konstrukcyjnym). Jest też trzecie, choć na razie zupełnie teoretyczne rozwiązanie – manipulacja czasoprzestrzenią i podróże „na skróty" przez wielowymiarowe tunele. W tym przypadku pojawiają się trudności związane z samymi możliwościami naszej nauki.

Mimo wszystko obecnie najbardziej prawdopodobna wydaje się właśnie wielopokoleniowa podróż tysięcy kolonistów. Kolonistów, dla których przestrzeń kosmiczna stanie się domem, gdzie będą rodzić się, żyć i umierać, kochać i zakładać rodziny, hodować żywność oraz zajmować się statkiem aż do momentu, gdy ich potomkowie dotrą do celu – planety, która będzie się nadawać do zamieszkania. Wyzwania, jakie tam na nich czekają, to już temat na zupełnie inną opowieść... ■



NAPĘD Z ANTYMATERII

Silnik oparty na anihilacji – procesie, w którym masa materii i antymaterii zamienia się w wysokoenergetyczne promieniowanie i cząstki – byłby miliardy razy wydajniejszy niż napęd chemiczny. Niestety obecnie wytwarzamy tylko śladowe ilości antycząstek. Dużym problemem byłoby też ich przechowywanie, gdyż każde zetknięcie z materią prowadzi do anihilacji.

TEKST: Tomasz Kilian
KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock; Toby Melville/Reuters/Forum; NASA; Team Guido Sbrogiò, Giacomo Infelise, Veronica Magli, Nevenka Martinello, Federica Chiara Serpe; Team Julia Biernacik, Jakub Kot, Aleksandra Wróbel, Jacek Janas, Michał Kucharski, Wiktoria Kuchta, Natalia Łakoma, Katarzyna Śliwa/Projecthyperion.org (4); Wikimedia Commons (3)

eprasa.pl 9f201e92a9



W październiku 2025 roku, podczas Międzynarodowego Kongresu Astronautycznego w Sydney, oczy świata nauki zwróciły się ku Grupie Roboczej ds. Protokołów Po Wykryciu. To właśnie tam oficjalnie zaprezentowano projekt nowej, zrewidowanej *Deklaracji zasad dotyczących działań po wykryciu inteligencji pozaziemskiej*. Jeśli kiedyś z kosmosu przyjdzie jakaś wiadomość, powinniśmy wiedzieć, jak zareagować.

Impulsem do szybkich działań było zarejestrowanie w lipcu 2025 roku trzeciego w historii obiektu międzygwiezdnego – 3I/ATLAS. Niespodziewany przybysz z głębokiego kosmosu okazał się kometą i postawił w stan gotowości sieć radioteleskopów (więcej o tym piszemy na str. 30). Choć obserwacje nie wykazały sztucznych sygnałów, to cała sytuacja obnażyła luki w komunikacji między światem nauki a opinią publiczną. Zgodnie z najświeższymi wytycznymi przedstawionymi w Australii kluczowym elementem „nowej ery" jest odejście od tajemnicy na rzecz radykalnej przejrzystości.

W świecie błyskawicznego obiegu wiadomości i prywatnych konstelacji satelitarnych każda próba ukrycia sygnału przed społeczeństwem skończyłaby się katastrofą informacyjną. Sydney 2025 to moment, w którym

eprasa.pl 9f201e92a9

JAK ROZMAWIAĆ Z KOSMITAMI?

Współczesna nauka przestała traktować przygotowania do pierwszego kontaktu z cywilizacją pozaziemską jak teoretyczne ćwiczenia dla hobbystów. Pytanie, kto miałby reprezentować Ziemię w tej komunikacji, jest jak najbardziej zasadne.

ludzkość oficjalnie zaczęła przepisywać swój „kosmiczny testament".

KOSMICZNA DYPLOMACJA

Gdy radioteleskop zarejestruje sygnał, który nie przypomina szumu pulsarów ani ziemskich zakłóceń, zegar zaczyna tykać. Pierwsze 24 godziny od potencjalnego wykrycia to faza, którą naukowcy określają mianem krytycznej weryfikacji. Wbrew filmowym kliszom badacz, który dokona odkrycia, nie chwyta za telefon do prezydenta, lecz uruchamia procedurę kontrolną.

Kluczem do uniknięcia kompromitacji jest zasada niezależnego potwierdzenia. Zgodnie z protokołem odkrywca musi niezwłocznie powiadomić innych obserwatorów, aby wykluczyć błąd techniczny lub zjawisko naturalne. Dopiero po uzyskaniu pewności, że sygnał pochodzi spoza Ziemi i jest wynikiem działania inteligencji, informacja może trafić do opinii publicznej.

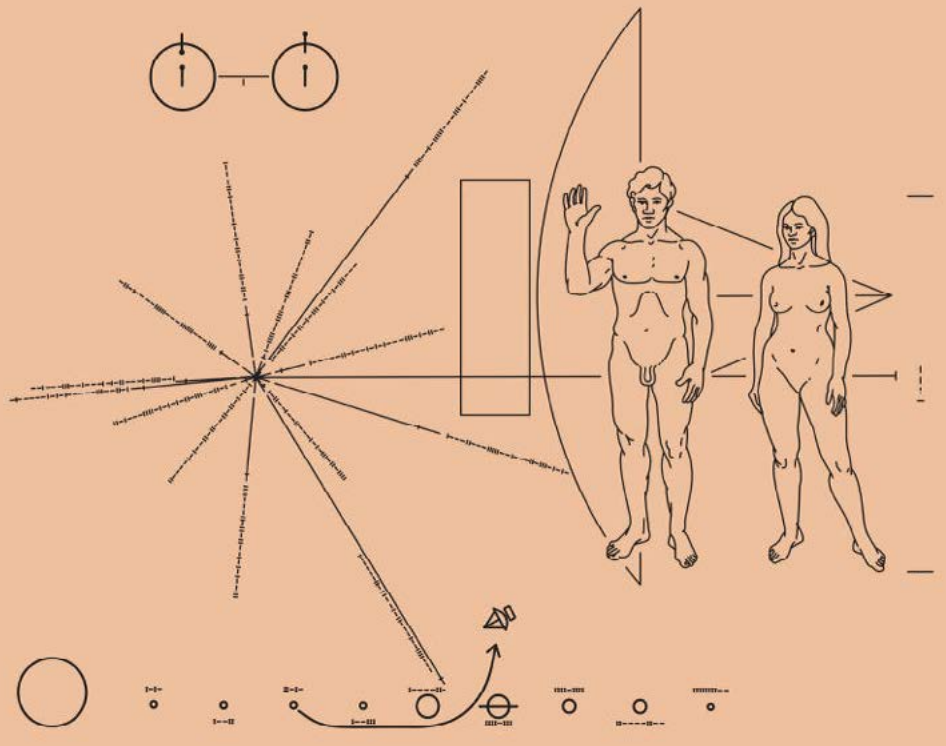
Aby jednak nadać temu wydarzeniu odpowiednią wagę oraz uniknąć niepotrzebnej paniki, specjaliści posługują się precyzyjnym narzędziem: skalą Rio. Została ona zaproponowana ćwierć wieku temu przez astronomów Ivána Almára i Jill Tarter oraz określa znaczenie wykrytego sygnału w wartościach od 0 do 10.

W ciągu pierwszych dwudziestu czterech godzin naukowcy stają przed paradoksem informacyjnym. >

eprasa.pl 9f201e92a9

KOSMICZNA WIZYTÓWKA

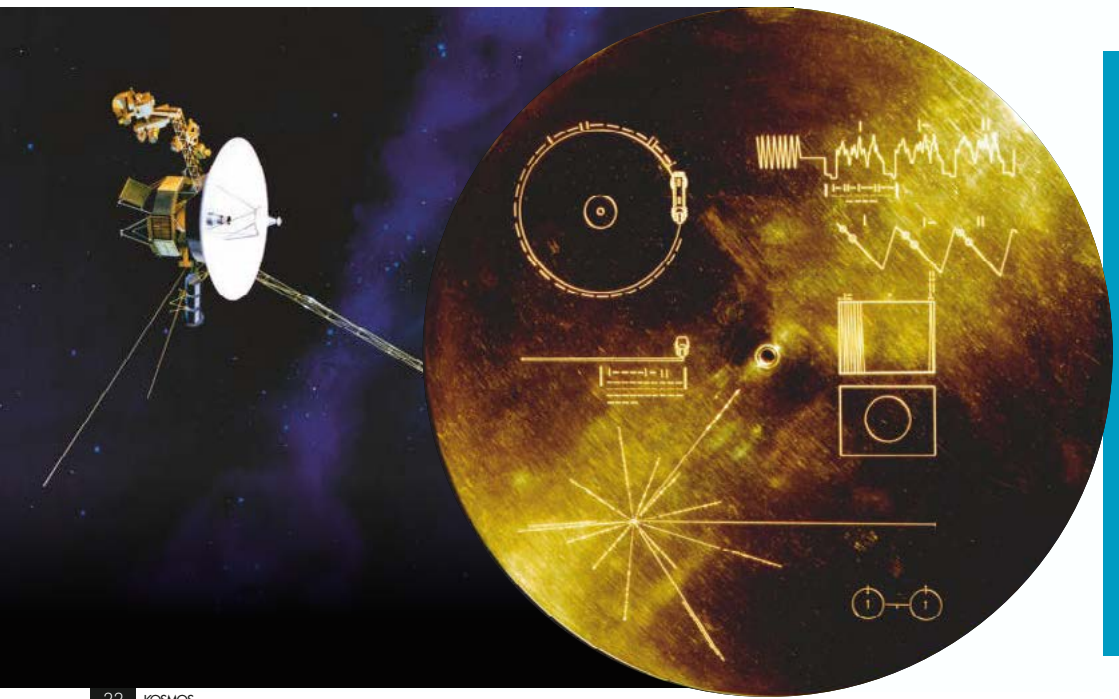
Umieszczona na sondach Pioneer 10 i 11 metalowa płytka była jedną z pierwszych prób zostawienia we wszechświecie naszej wizytówki. Pokazano na niej sylwetki kobiety i mężczyzny, schemat sondy oraz położenie Słońca względem pulsarów. Przekaz był prosty: jesteśmy istotami cielesnymi i potrafimy budować maszyny. Problem w tym, że nawet tak oszczędny komunikat natychmiast ujawnia ludzką perspektywę: to, co dla nas wygląda jak uniwersalny znak, dla obcej inteligencji może być jedynie zagadkowym wzorem.



Z jednej strony protokoły nakazują powściągliwość do chwili pełnej weryfikacji, z drugiej – w dobie natychmiastowego przepływu danych w sieciach rozproszonych – zachowanie dyskrecji jest niemal niemożliwe. Badacze nie posiadają „wyłącznika internetu". Tradycyjne podejście do zarządzania wiedzą musi zostać zastąpione otwartą architekturą danych. Zanim świat dowie się o obcych, algorytmy muszą potwierdzić, że nie patrzymy w lustro własnej technologii. Dopiero gdy skala Rio wskaże wartości zbliżone do górnej granicy, do gry wchodzą mechanizmy dyplomatyczne, o których milczą podręczniki astronomii – i to one stanowią największe wyzwanie dla ONZ.

Wystarczy wyobrazić sobie kilka pierwszych godzin. Informacja przecieka do sieci. Ktoś publikuje fragment wykresu, ktoś inny dorabia do niego sensacyjne tłumaczenie. Media społecznościowe ruszają szybciej niż recenzja naukowa. W tle pojawiają się rządy, agencje kosmiczne, wojsko, astronomowie, prawnicy i komentatorzy, którzy od lat czekali na możliwy sygnał od innej cywilizacji.

Problem polega na tym, że ludzkość ćwiczyła wiele kryzysów – epidemie, katastrofy naturalne, zagrożenia asteroidami – ale nie ma jednego ogólnoświatowego planu na wypadek kontaktu z obcymi. Właśnie tę lukę ma badać SETI Post-Detection Hub (sam skrót SETI oznacza „Search for Extraterrestrial Intelligence", czyli poszukiwanie inteligencji pozaziemskiej). Stworzony przy Uniwersytecie St Andrews w Szkocji ośrodek łączy nie tylko astronomów, lecz także ekspertów od prawa, polityki, komunikacji i nauk społecznych, bo ewentualne



KAPSUŁA PAMIĘCI

Złoty dysk Voyagera miał bardziej osobisty charakter niż płytka Pioneera. Zamiast skrótowej mapy ludzkości zawierał dźwięki Ziemi, muzykę, fotografie oraz pozdrowienia w wielu językach. To nie tylko zapis wiedzy, ale też próba uchwycenia planety w jej codzienności: szumu fal, śmiechu, instrumentów, głosów. Jeśli płytka Pioneera była kosmiczną tabliczką informacyjną, Voyager stał się kapsułą pamięci. Nie tłumaczy, czym jest człowiek, lecz pokazuje, co uznaliśmy za warte ocalenia.

eprasa.pl 9f201e92a9

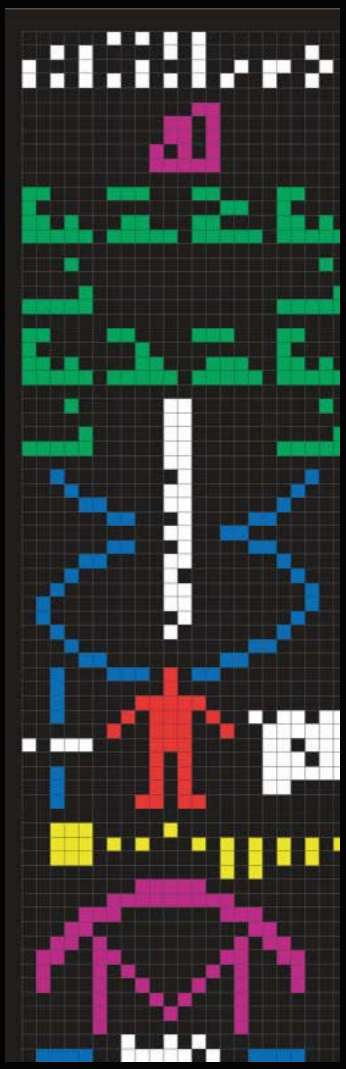
odkrycie byłoby wydarzeniem dotyczącym wszystkich tych dziedzin.
– *Spójrzmy na chaos, jaki wywołał COVID-19. Nie możemy sobie pozwolić na brak koordynacji naukowej, społecznej i politycznej w obliczu wykrycia inteligencji pozaziemskiej* – argumentuje dr John Elliott ze szkockiego zespołu SETI. Podkreśla on, że o ile astronomowie dysponują narzędziami do identyfikacji sygnału, o tyle brakuje nam struktur, które odpowiedziałyby na kluczowe dla nas pytania: kto potwierdzi odkrycie? Kto ma prawo je ogłosić? Czy dane zostaną udostępnione wszystkim? Czy ktoś powinien odpowiedzieć – a jeśli tak, kto napisze pierwsze słowa w imieniu ludzkości?

> Wykupienie polisy ubezpieczeniowej od porwania przez kosmitów **wydaje się całkiem sensowne**
>
> **prof. STEPHEN HAWKING**

CZŁOWIEK W BITACH

Wysłany w 1974 roku sygnał z Arecibo jest najbardziej znaną próbą nadania w kosmos uporządkowanej wiadomości. Zapisany w postaci 1679 bitów zawierał liczby, informacje o podstawowych pierwiastkach chemicznych, budowie DNA, sylwetce człowieka, Układzie Słonecznym i samym radioteleskopie. Pokazywał, że jeśli chcemy mówić do obcych, powinniśmy robić to językiem matematyki, bo tylko on może być uniwersalny.





liczby z zakresu 1 do 10

liczba atomowa najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków

składniki DNA (nukleotydy)

liczba nukleotydów

podwójna spirala DNA

średnie wymiary człowieka

sylwetka człowieka

liczba ludzi na Ziemi (4 292 853 750 w listopadzie 1974 roku)

schemat Układu Słonecznego

schemat czaszy radioteleskopu w Arecibo

średnica teleskopu

Zadaniem przyjętych w 2026 roku protokołów oraz planowanych dodatkowych wytycznych jest wypracowanie odpowiedniej strategii działania. Powstanie SETI Post-Detection Hub kończy erę gdybań. Celem zespołu złożonego z fizyków, astronomów, prawników, etyków i socjologów jest wypełnienie próżni istniejącej między zaawansowaną technologią nasłuchu kosmosu a brakiem politycznego konsensusu.

W IMIENIU PLANETY ZIEMIA...

Jeśli weryfikacja sygnału zakończy się sukcesem, staniemy przed pytaniem, które wykracza poza kompetencje astrofizyki: kto właściwie ma prawo przemawiać w imieniu ponad ośmiu miliardów ludzi? Choć w popkulturze to prezydent USA zazwyczaj wita przybyszów z gwiazd, rzeczywistość prawna jest znacznie bardziej skomplikowana i – co tu kryć – dziurawa.
Fundamentem prawa kosmicznego pozostaje tzw. *Traktat o przestrzeni kosmicznej* z 1967 roku. Problem polega na tym, że dokument ten powstał w realiach zimnej wojny i koncentrował się na zakazie umieszczania broni masowego rażenia na orbicie oraz zasadzie, że żadne państwo nie może zawłaszczyć Księżyca czy innych ciał niebieskich. O istotach pozaziemskich milczy. W efekcie z punktu widzenia prawa międzynarodowego mamy do czynienia z kompletną próżnią.
W tej niepewności wzrok badaczy kieruje się ku Wiedniu, gdzie swoją siedzibę ma Biuro Narodów Zjednoczonych ds. Przestrzeni Kosmicznej. >

Jeśli kosmici odwiedzą nas kiedykolwiek, myślę, że skutki mogą być podobne, jak w przypadku odkrycia Ameryki przez Krzysztofa Kolumba. **Jak wiadomo, wydarzenie to okazało się niezbyt pomyślne dla rdzennych mieszkańców tego kontynentu**

prof. STEPHEN HAWKING

Przez lata krążyła miejska legenda, jakoby jego dyrektor był oficjalnym ambasadorem ds. kontaktu z kosmitami. Choć w 2010 roku ówczesna szefowa biura, dr Mazlan Othman, zdementowała te pogłoski, to właśnie ONZ pozostaje jedyną platformą posiadającą mandat do koordynacji działań o skali planetarnej.

Profesor Steven Dick, były główny historyk NASA, zwraca jednak uwagę na nowe, niebezpieczne zjawisko: decentralizację potencjalnego kontaktu. Analizuje on scenariusz, w którym sygnał nie zostaje odebrany przez państwową agencję, lecz przez prywatną korporację lub niezależną grupę badawczą finansowaną przez miliarderów. W takiej sytuacji odkrycie inteligencji pozaziemskiej nie byłoby jedynie faktem naukowym, ale potężnym czynnikiem politycznym. Inna sprawa, że kraj, na którego terytorium znajduje się radioteleskop (np. Chiny z ich gigantyczną czaszą FAST), także może ulec pokusie zmonopolizowania komunikacji dla własnych korzyści technologicznych albo wizerunkowych.

To rodzi fundamentalny dylemat: czy pojedynczy rząd ma prawo narzucić swoją narrację reszcie planety? Dotychczasowe wytyczne Międzynarodowej Akademii Astronautycznej (IAA) sugerują, że żadna odpowiedź nie powinna zostać wysłana, dopóki nie powstanie globalny konsensus. Jednak mechanizmy wypracowania takiego porozumienia w ramach ONZ bywają powolne, co w starciu z natychmiastowością mediów społecznościowych może doprowadzić do dyplomatycznego paraliżu. Zanim politycy ustalą treść pierwszego „dzień dobry", prywatni nadawcy mogą już bombardować źródło sygnału niekontrolowanymi komunikatami, czyniąc z pierwszego kontaktu kakofonię zamiast przemyślanego dialogu.

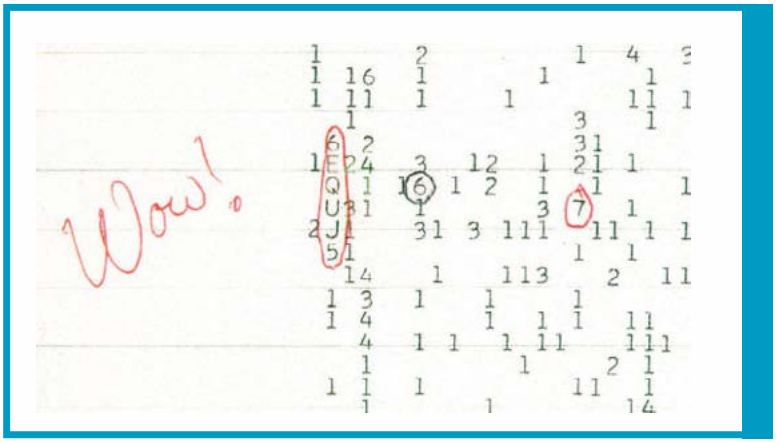
MIĘDZYPLANETARNY TŁUMACZ

Założenie, że sygnał od obcej cywilizacji będzie zawierał instrukcję obsługi lub prosty słownik, jest jednym z najczęstszych błędów poznawczych ludzkości. Jeśli odbierzemy komunikat od kosmitów, do gry wejdzie ksenolingwistyka. To dział językoznawstwa, który próbuje odpowiedzieć na pytanie, jak porozumieć się z umysłem, który ewoluował w całkowicie innym środowisku.

Ruch SETI od lat stawia na matematykę jako jedyny prawdziwie uniwersalny język wszechświata. Fundamentem tego podejścia jest praca matematyka prof. Hansa Freudenthala z 1960 roku. Opracował on system logiki matematycznej, który pozwoliłby na budowanie skomplikowanych pojęć abstrakcyjnych, zaczynając od prostych impulsów reprezentujących liczby naturalne. Jego język zakłada, że prawa fizyki i logiki są wszędzie takie same, więc każda inteligentna istota musi je rozumieć.

Współcześni badacze są jednak znacznie mniej optymistyczni. Języki, którymi się posługujemy, a nawet nasze rozumienie matematyki, są nierozerwalnie związane z ludzką biologią, motoryką i sposobem, w jaki zmysły człowieka interpretują otoczenie. Jeżeli obca inteligencja nie posiada wzroku lub operuje w zupełnie innych skalach czasowych niż my, jej „uniwersalna" logika może być dla nas nieprzenikniona. Bariera nie leży w braku wspólnego słownictwa, lecz w fundamentalnie odmiennej strukturze poznawczej.

Kolejnym problemem jest semantyka. Nawet jeśli uda nam się zdekodować strukturę sygnału (składnię), możemy nigdy nie odczytać jego znaczenia. Problem ten analizował między innymi prof. Douglas Vakoch. W swoich pracach dotyczących konstruowania



CO TO BYŁO?!

Zarejestrowany w 1977 roku sygnał Wow! do dziś uchodzi za najsłynniejszy „niemal kontakt" w historii SETI. Był silny, wąskopasmowy i na tyle niezwykły, że astronom Jerry Ehman dopisał na wydruku krótkie: „Wow!". Problem polegał na tym, że sygnału nigdy więcej nie wykryto. Nie dało się go jednoznacznie potwierdzić ani ostatecznie wyjaśnić. Właśnie dlatego stał się symbolem najważniejszej zasady poszukiwań obcej inteligencji – fascynacja to za mało, jeśli za odkryciem nie stoi powtarzalny dowód.

eprasa.pl 9f201e92a9

OBCOŚĆ ABSOLUTNA

Solaris Stanisława Lema (obok George Clooney jako dr Chris Kelvin w filmowej adaptacji powieści w reżyserii Stevena Soderbergha) przypomina, że kontakt z obcą inteligencją może okazać się czymś znacznie trudniejszym niż wymiana wiadomości. W tej powieści problemem nie jest odległość ani technologia, lecz sama obcość: istnienie umysłu tak odmiennego, że człowiek nie potrafi go ani opisać, ani zrozumieć. To ważna przestroga dla wszystkich ziemskich planów pierwszego kontaktu. Być może największym wyzwaniem nie będzie odebranie sygnału, lecz uznanie, że po drugiej stronie może istnieć coś, co wymyka się naszym językom, pojęciom i intuicjom.





wiadomości międzygwiezdnych podkreśla, że bez wspólnego kontekstu kulturowego lub biologicznego informacja pozostaje martwa. Przykładowo, proste ziemskie pojęcie „pokoju” czy „altruizmu” może nie mieć odpowiednika w historii cywilizacji, której ewolucja opiera swój rozwój na zupełnie innych mechanizmach przetrwania.

Zrozumienie obcego nie będzie więc procesem przypominającym tłumaczenie z angielskiego na polski. Będzie to raczej próba znalezienia najmniejszego wspólnego mianownika w rzeczywistości, w której nawet pojęcie liczby może być interpretowane inaczej, niż uczył nas prof. Freudenthal. Pierwszy dialog może zatem nie być wymianą informacji, lecz bolesną lekcją o tym, jak bardzo nasze myślenie jest „uwięzione” w ludzkiej formie.

CZY W OGÓLE POWINNIŚMY ODPOWIADAĆ?

Gdybyśmy odebrali sygnał, którego pozaziemskie pochodzenie nie budziłoby wątpliwości, ludzkość stanęłaby przed najbardziej brzemienną w skutkach decyzją w swojej historii: milczeć czy odpowiedzieć? Spór ten dzieli środowisko naukowe, a stawką w tej debacie może być przetrwanie naszego gatunku.

Działania polegające na celowym wysyłaniu sygnałów w stronę odległych układów gwiezdnych określa się mianem METI. Przez lata dominowało podejście pasywne (nasłuch), jednak organizacje takie jak METI International, kierowana przez wspomnianego astrobiologa prof. Douglasa Vakocha, postulują zmianę strategii. Argumentuje on, że jeśli wszystkie cywilizacje we wszechświecie jedynie nasłuchują, to kosmos na zawsze pozostanie głuchy.

Zupełnie inny pogląd prezentuje dr David Brin, astrofizyk i doradca NASA, który od lat apeluje o zachowanie najwyższej ostrożności. Naukowiec ostrzega, że nie mamy żadnych danych na temat psychologii ani etyki istot pozaziemskich – a zakładanie, że każda zaawansowana cywilizacja musi być pokojowo nastawiona, to skrajna naiwność. Według niego ujawnianie dokładnej lokalizacji Ziemi i stopnia naszego rozwoju technologicznego może być zaproszeniem dla kogoś, kogo intencji nie jesteśmy w stanie przewidzieć.

Profesor Vakoch w swoich wystąpieniach podczas sympozjów naukowych wielokrotnie zwracał uwagę na fakt, że Ziemia od dekad „przecieka” informacyjnie. Nasze radary wojskowe, sygnały telewizyjne i radiowe tworzą wokół planety stale rosnącą sferę emisji, którą zaawansowana cywilizacja mogłaby bez trudu wykryć.

Spór o METI to w istocie konflikt między dwiema wizjami wszechświata. Dla prof. Vakocha milczenie jest wyrazem strachu, który blokuje ewolucję ludzkości jako gatunku kosmicznego. Dla dr. Brina i sygnatariuszy protokołów IAA aktywna emisja to hazard, w którym stawką jest bezpieczeństwo całej planety.

Budowa struktur na wypadek kontaktu z obcymi staje się więc lustrem, w którym odbija się kondycja dzisiejszej ludzkości. To proces, który zmusza nas do wyjścia poza partykularne interesy narodowe i spojrzenia na Ziemię jak na jedną, wspólną całość. Jeśli – zgodnie z przewidywaniami zespołu z Uniwersytetu St Andrews – sygnał może dotrzeć do nas w każdej chwili, to jedynym sposobem na uniknięcie cywilizacyjnej katastrofy jest zastąpienie improwizacji przemyślaną, wielowymiarową strategią. ■

TEKST: Kamil Nadolski KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA: Adobe Stock (3); Ricardo Arduengo/East News; Wikimedia Commons (4); Polsat; Freepik

eprasa.pl 9f201e92a8

TYPY G

Są rzeczy na niebie, o których nie śniło się nawet astronomom. W mrokach kosmosu do niedawna niedostępnych dla naszych narzędzi naukowcy natrafili na ślady tajemniczych obiektów, świecących do 10 miliardów razy jaśniej od Słońca. Czy te tzw. ciemne gwiazdy skrywają klucz do zrozumienia, jak narodził się wszechświat?

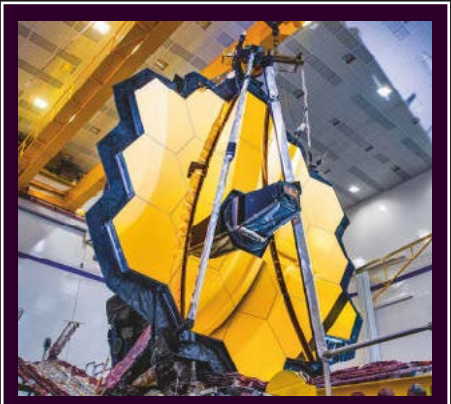
Na początku była ciemność. Kilkaset tysięcy lat po Wielkim Wybuchu nowo narodzony wszechświat pogrążył się w absolutnym mroku. Wreszcie, po setkach milionów lat tych tzw. wieków ciemnych, w zimnej, przerażająco czarnej przestrzeni zaczęły zapalać się pierwsze jasne punkty... Przez dekady uważano, że kosmiczny świt, który nastąpił około 250–350 milionów lat po Wielkim Wybuchu, należał do gorących, jasnych gwiazd z III populacji – powstałych wskutek ściśnięcia przez grawitację „chmur" neutralnego gazu, niemal w całości złożonego z helu oraz wodoru, i napędzanych przez fuzję jądrową. Jednak obserwacje dokonane przez Teleskop Webba (James Webb Space Telescope, JWST) w grudniu 2022 roku sugerują, iż historię wszechświata być może trzeba będzie napisać na nowo. Czy zanim niebo rozbłysnęło blaskiem gwiazd, jakie znamy, rozświetlały je zimne, monstrualne słońca, karmiące się... ciemną materią?

GIGANTY PO CIEMNEJ STRONIE MOCY

„Niektóre z kandydatek na najstarsze galaktyki odkryte dzięki Teleskopowi Webba mogą być w rzeczywistości ciemnymi gwiazdami" – twierdzą prof. Katherine Freese, dr Cosmin Ilie i Jillian Paulin z Uniwersytetu Colgate i Uniwersytetu Teksańskiego. Te (póki co) hipotetyczne obiekty miałyby się formować we wczesnych protogalaktykach, kiedy wszechświat dopiero raczkował – około 200 milionów lat po Wielkim Wybuchu, gdy istniały niemal wyłącznie wodór i hel. Według obliczeń naukowców mogły mieć masę nawet 10 milionów razy większą niż nasze Słońce i świecić aż 10 miliardów razy jaśniej!

Gdyby takie „mroczne słońce" umieścić w miejscu centralnej gwiazdy Układu Słonecznego, jego granica sięgałaby orbity Saturna! Zdaniem trójki badaczy zbliżone właściwości (rozmiar, intensywność światła, a także okrągły kształt) charakteryzują galaktyki JADES-GS-z11–0, z12–0 i z13–0, zaobserwowane 3,5 roku temu przez JWST. Skoro jednak te prehistoryczne (w skali kosmicznej) giganty biły aż takim blaskiem, skąd ich brzmiące jak oksymoron miano? – *Nazwa „ciemna gwiazda" jest myląca. Nie są one ani w całości zbudowane z ciemnej materii, ani nie są ciemne* – mówi prof. Katherine Freese. >

SPOD CIEMNEJ WIAZDY



WEHIKUŁ CZASU

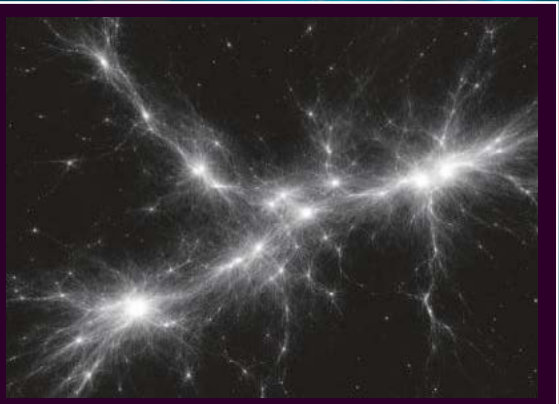
Ponieważ światło ma skończoną prędkość, patrząc daleko w przestrzeń kosmiczną, patrzymy w... odległą przeszłość. Skanujący rubieże wszechświata od czterech lat Teleskop Jamesa Webba (JWST; powyżej) dzięki niezwykłej czułości na podczerwień potrafi podejrzeć, jak wyglądały same początki kosmosu, tuż po Wielkim Wybuchu. Co ciekawe, do tej pory zdążył już odkryć znacznie więcej potężnych, jasnych obiektów, niż wynikałoby to z modeli teoretycznych i obliczeń astronomów. Dlatego część naukowców wysunęła śmiałą hipotezę: być może niektóre z nich to nie wczesne galaktyki, ale supermasywne ciemne gwiazdy, które powstały u zarania dziejów?

NA TROPIE KOSMICZNYCH ZAGADEK

Jeżeli istnienie ciemnych gwiazd się potwierdzi, konieczne może stać się utworzenie zupełnie nowej gałęzi astronomii – gwiazdoznawstwa ciemnej materii. Obserwacje tych obiektów mogą pomóc rozwiązać dwie wielkie zagadki kosmologii: jak powstały bardzo jasne, kompaktowe galaktyki zaobserwowane przez JWST oraz skąd wzięły się supermasywne czarne dziury napędzające odległe kwazary.

Zgodnie z koncepcją badaczki i jej współpracowników ciemne gwiazdy, tak jak ich „zwykłe” odpowiedniki, miałyby składać się z wodoru i helu. O wyjątkowości tych obiektów przesądzałaby niewielka „domieszka” ciemnej materii, odpowiadająca za mniej niż 0,1 procenta ich masy. To właśnie ona, anihilując, powstrzymywałaby je przed zapadnięciem się w czarną dziurę. „Jeśli cząstki ciemnej materii są swoimi własnymi antycząstkami, wtedy ich anihilacja stanowi źródło ciepła (...), tworzące nowy rodzaj gwiazdy, ciemną gwiazdę” – wyjaśniają naukowcy. „Znajdowałaby się ona w równowadze termicznej i hydrostatycznej”.

Innymi słowy: energia produkowana przez zderzające się i w efekcie znikające cząstki ciemnej materii ogrzewałaby gaz na tyle mocno, że uformowałby się w stabilną strukturę bez rozpoczęcia fuzji jądrowej, która ma miejsce w większości zwyczajnych gwiazd. Jeżeli takie obiekty faktycznie istniały – a coraz więcej na to wskazuje – byłyby zdecydowanie okazalsze od innych obserwowanych typów gwiazd, zaś oglądane z teleskopów naziemnych mogłyby się „maskować” jako galaktyki.



CIEMNO, PRAWIE NOC

O tym, że jest jakaś „ciemna strona” kosmosu, szwajcarski astronom Fritz Zwicky pisał już w 1933 roku. Badał wówczas gromadę galaktyk w Warkoczu Bereniki i zauważył, że poruszają się one zbyt szybko, jak na ilość obserwowanej materii. Doszedł więc do wniosku, że musi się tam znajdować jakaś niewidzialna, ciemna materia, która spaja wszystkie obiekty (na il. wizualizacja jej rozkładu we fragmencie wszechświata). Ale ciemna materia to nie wszystko. W latach 90. naukowcy na podstawie obserwacji odległych supernowych typu Ia wysunęli hipotezę o istnieniu ciemnej energii, napędzającej ekspansję wszechświata. Do dziś są one jedną z największych zagadek astrofizyki. Ponieważ ciemna materia nie emituje, nie odbija ani nie pochłania światła, nasze instrumenty są na nią „ślepe”. I tu pojawia się szansa dla ciemnych gwiazd. Jeśli okazałyby się nie tylko teoretyczne, ich wykrycie dałoby namacalny dowód na istnienie samej ciemnej materii.

KOSMICZNE GIGANTY

Supermasywne ciemne gwiazdy – jeśli istniały – były monstrami na astronomiczną skalę. Gdyby umieścić taki obiekt w centrum Układu Słonecznego, jego krańce sięgałyby poza orbitę Saturna (infografika po prawej). Przypomnijmy: średnia odległość szóstej planety od Słońca wynosi ok. 1,43 mld km. Nasza centralna gwiazda na tle takiego olbrzyma wypadałaby więc – nomen omen – blado, zwłaszcza że wbrew nazwie ciemne gwiazdy miały świecić bardzo jasno.

NA KONIEC WSZECHŚWIATA – I JESZCZE DALEJ!

JWST od czterech lat skanuje przestrzeń kosmiczną w podczerwieni, szukając światła pochodzącego z najdalej położonych i najwcześniejszych obiektów we wszechświecie. Pod koniec 2022 roku natrafił na trzy z nich, które początkowo zidentyfikowano jako galaktyki. Jednak na podstawie dalszych obserwacji spektroskopowych prof. Katherine Freese i współpracownicy uznali, że mają raczej do czynienia z ciemnymi gwiazdami, których istnienie postulowali już dwie dekady temu.

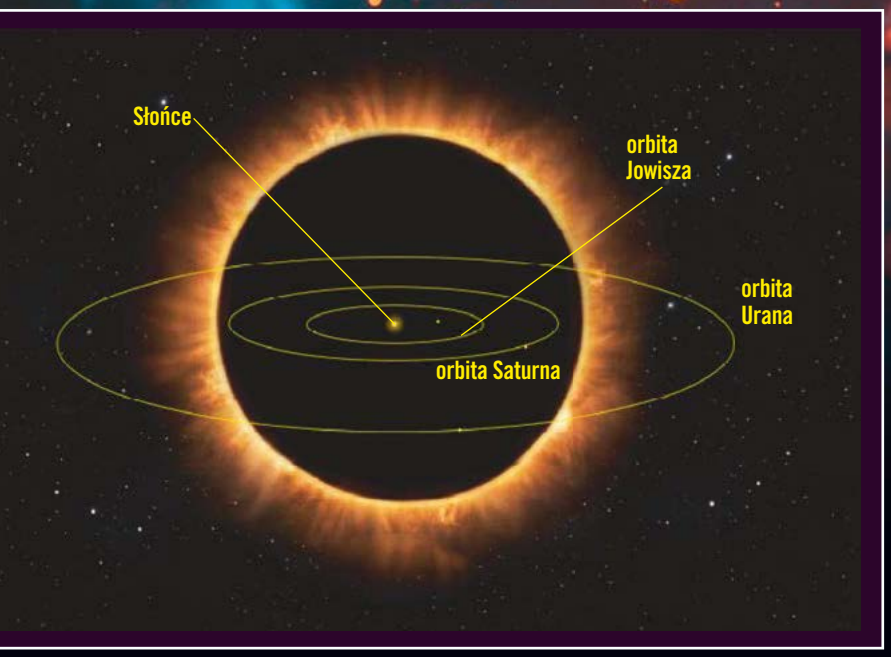
Po pierwsze, te kandydatki na „mroczne słońca” wyglądają jak pojedyncze punkty, a nie rozciągnięte skupiska miliardów mniejszych gwiazd, które tworzą „standardowe” galaktyki. Po drugie, ich widmo nie przypomina typowych świetlistych gigantów: jaśnieją przede wszystkim w podczerwieni, co dowodzi, że są bardzo odległe i stare.

Co więcej, inny zauważony przez Teleskop Webba obiekt – JADES-GS-z14–0, który zdaniem naukowców również wykazuje cechy ciemnej gwiazdy – zawiera pewną charakterystyczną wskazówkę. Przy długości fali 1640 angstremów (w zakresie dalekiego ultrafioletu) badacze dostrzegli w jego widmie lukę (absorpcję) powstającą, kiedy światło przechodzi przez chmurę zjonizowanego (pozbawionego elektronu) helu. Analogiczne zjawisko nie występuje w przypadku żadnego innego znanego obiektu o podobnym przesunięciu ku czerwieni (czyli odległości i wieku). Zwyczajne gwiazdy należące do III populacji nie są w stanie „wyciąć” światła w ten sposób. – *Jeśli to wszystko się potwierdzi, to nie wiem, jak inaczej niż ciemną gwiazdą można wyjaśnić te obserwacje* – podkreśla prof. Freese. Zaznacza jednak, że póki co dowody na istnienie tych teoretycznych obiektów są mocno ograniczone.

CZARNE DZIURY W PEŁNEJ KRASIE

Hipoteza Freese, Iliego i Paulin może pomóc w rozwiązaniu jednej

GWIAZDA GWIEŹDZIE NIERÓWNA
W „zwykłej” gwieździe, takiej jak nasze Słońce, zachodzi proces fuzji jądrowej (wizualizacja obok): grawitacja ściska wodór tak mocno, że jego jądra łączą się w cięższy hel, uwalniając gigantyczne ilości energii i sprawiając, że obiekt świeci. Ciemne gwiazdy działają inaczej – są zasilane przez anihilację ciemnej materii. Jej cząsteczki zderzają się ze sobą i w efekcie ulegają całkowitemu zniszczeniu, ale produkują przy tym energię, która „podgrzewa” materię gwiazdy. Dzięki temu zachowuje ona stabilność bez konieczności uruchamiania syntezy termojądrowej.



z największych zagadek kosmosu: skąd wzięły się obserwowane przez JWST monstrualne czarne dziury napędzające odległe, pochodzące z „młodości” wszechświata kwazary, znajdujące się miliardy lat świetlnych od Ziemi?

Teoretycznie ciemne gwiazdy mogłyby istnieć przez setki milionów lat. Ale co dalej? „Kiedy ciemna materia się wyczerpie i supermasywna ciemna gwiazda umrze, zapada się do czarnej dziury” – tłumaczą badacze. „Tym samym ciemne gwiazdy mogą wyjaśniać, dlaczego we wczesnym wszechświecie obserwuje się supermasywne czarne dziury”.

Jednak nie wszyscy podzielają ich entuzjazm. Doktor Daniel Whalen z Uniwersytetu w Portsmouth uważa, że dane pozyskane przez Teleskop Webba można wyjaśnić w inny sposób. Podobną charakterystykę mogą wykazywać bowiem również tzw. supermasywne gwiazdy pierwotne, które także są obiektami teoretycznymi oraz miały powstać u zarania wszechświata, ale bez udziału ciemnej materii.

Za taką hipotezą ma przemawiać fakt, iż dodatkowe obserwacje wspomnianych obiektów przeprowadzone przy użyciu teleskopu ALMA w Chile, wykazały emisję tlenu z JADES-GS-z14–0 – a pierwiastek ten nie występuje w ciemnych gwiazdach, ponieważ do jego powstania niezbędna jest fuzja jądrowa.

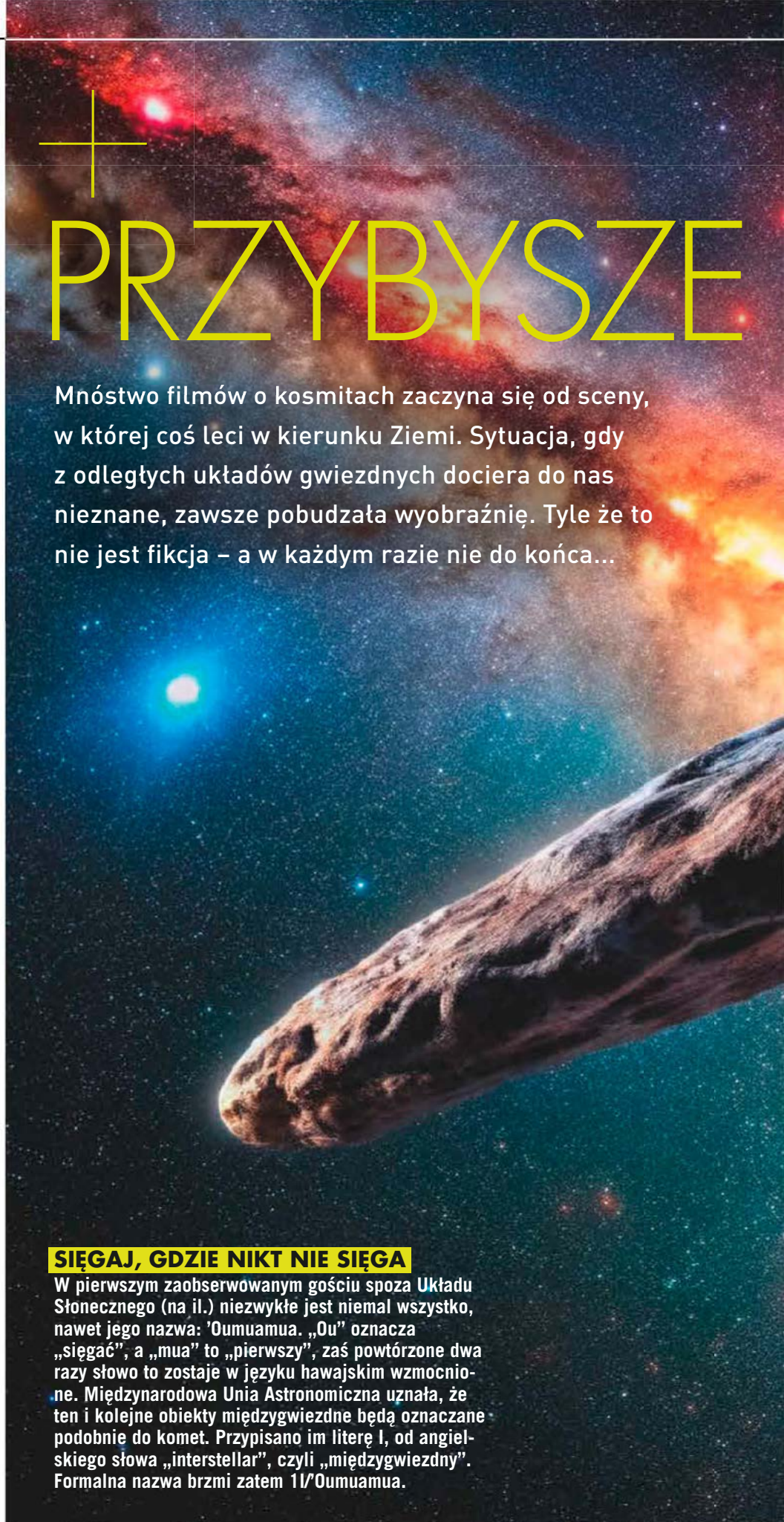
Ale jak twierdzą prof. Freese i jej współpracownicy, nie można przecież wykluczyć, że ciemna gwiazda ma towarzystwo w postaci zwyczajnych gwiazd lub innego rodzaju obiektów, dzięki czemu w jej otoczeniu znajdują się cięższe pierwiastki. Jeśli faktycznie tak jest, naukowcy będą zmuszeni do zrewidowania dotychczasowych modeli teoretycznych dotyczących zarania kosmosu.

Napisanie historii wszechświata od nowa to – nomen omen – zaledwie początek. Udowodnienie istnienia ciemnych gwiazd, mogących stanowić brakujące ogniwo ewolucji supermasywnych czarnych dziur, pociągnie za sobą szereg pytań. Czy właśnie te „mroczne słońca” napędzały zjawiska zachodzące we wczesnym okresie po Wielkim Wybuchu? Jeśli tak, to jaką rolę odegrały w kształtowaniu struktury dzisiejszych galaktyk? W jaki sposób ich obserwacje mogą nas doprowadzić do poznania ciemnej materii? I czy to dzięki nim w kosmosie wreszcie rozbłysło światło? ■

TEKST: Maria Rojewska
KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (4); Shutterstock; mat. redakcyjne/AI

PRZYBYSZE

Mnóstwo filmów o kosmitach zaczyna się od sceny, w której coś leci w kierunku Ziemi. Sytuacja, gdy z odległych układów gwiezdnych dociera do nas nieznane, zawsze pobudzała wyobraźnię. Tyle że to nie jest fikcja – a w każdym razie nie do końca...



SIĘGAJ, GDZIE NIKT NIE SIĘGA
W pierwszym zaobserwowanym gościu spoza Układu Słonecznego (na il.) niezwykłe jest niemal wszystko, nawet jego nazwa: 'Oumuamua. „Ou" oznacza „sięgać", a „mua" to „pierwszy", zaś powtórzone dwa razy słowo to zostaje w języku hawajskim wzmocnione. Międzynarodowa Unia Astronomiczna uznała, że ten i kolejne obiekty międzygwiezdne będą oznaczane podobnie do komet. Przypisano im literę I, od angielskiego słowa „interstellar", czyli „międzygwiezdny". Formalna nazwa brzmi zatem 1I/'Oumuamua.

Ciała niebieskie spoza Układu Słonecznego niezbyt często odwiedzają okolice Ziemi, ale kilka udało się już zaobserwować. Gdy tylko jeden z takich obiektów międzygwiezdnych pojawi się w zasięgu teleskopów, naukowcy rzucają wszystko, by się nimi zająć. Skąd się biorą ci tajemniczy przybysze? Jakie sekrety kryją? I dlaczego niektórzy astronomowie uważają, że mogą być... wysłani przez obce cywilizacje?

PRZYPADKOWE SPOTKANIE TRZECIEGO STOPNIA?

Czy to kometa? Nie, to asteroida! A nie, jednak kometa! Chociaż właściwie to nie wiadomo... Tak w skrócie można opisać zamieszanie w środowisku naukowym po pojawieniu się dziewięć lat temu obiektu międzygwiezdnego w oku teleskopu Pan-STARRS, zlokalizowanego na Hawajach. Był to pierwszy, a zarazem najdziwniejszy z dotychczas zarejestrowanych przybyszów tego typu.

Zauważony przez Roberta Weryka 19 października 2017 roku obiekt zachowywał się bardzo nietypowo. Zaskoczenie wzbudziła jego trajektoria, która na podstawie 80 dni obserwacji okazała się mieć największy mimośród orbity okołosłonecznej ze wszystkich znanych wówczas ciał, wynoszący 1,2011. Oznaczało to, że niespodziewany gość jedynie lekko „skręci" pod wpływem grawitacji naszej gwiazdy i poleci dalej. Z tego faktu można było wnioskować, że nigdy wcześniej nie był związany grawitacyjnie z Układem Słonecznym. >

eprasa.pl 9f201e92a9

Z GWIAZD

+ ZŁAPAĆ INTRUZA!

Przelot 1I/'Oumuamua (na il.) wywołał tak ogromne poruszenie w środowisku naukowym, że NASA rozważa realizację pomysłu wysłania sondy, która mogłaby dogonić uciekiniera. Problem polega na tym, że po wystrzeleniu pojazdu i przyspieszeniu go przy asyście grawitacyjnej Jowisza jego prędkość byłaby bardzo duża w stosunku do 1I/'Oumuamua, więc czas na obserwacje byłby mocno ograniczony.

Propozycje przebiegu misji przedstawili uczeni z Inicjatywy Badań Międzygwiezdnych (Initiative for Interstellar Studies) w ramach projektu Lyra. Ich zdaniem istnieją dwie godne rozważenia trajektorie, jakimi można wysłać sondę ścigającą 1I/'Oumuamua. Pierwsza wymaga trzech dużych zmian prędkości: najpierw z orbity okołoziemskiej w stronę Jowisza. Tam sonda musiałaby zwolnić i zacząć „opadać" w kierunku Słońca, uzyskując najwyższą dotąd prędkość. Wówczas silniki rakietowe nadałyby jej dodatkowe przyspieszenie, które pozwoliłoby na minięcie gwiazdy i wylot z Układu Słonecznego z prędkością 70 km/s (1I/'Oumuamua oddala się z prędkością 26 km/s). Druga trajektoria, krótsza i mniej narażona na problemy związane z przelotem w pobliżu Słońca, zakłada nabieranie prędkości za sprawą grawitacji Wenus i Ziemi, a następnie Jowisza. W tym wypadku prędkość wylotowa byłaby mniejsza, ale dzięki temu zwalnianie w pobliżu celu – łatwiejsze. Podano dwie możliwe daty rozpoczęcia misji: 2030 lub 2033 rok. Sonda dogoniłaby 1I/'Oumuamua w roku 2048.

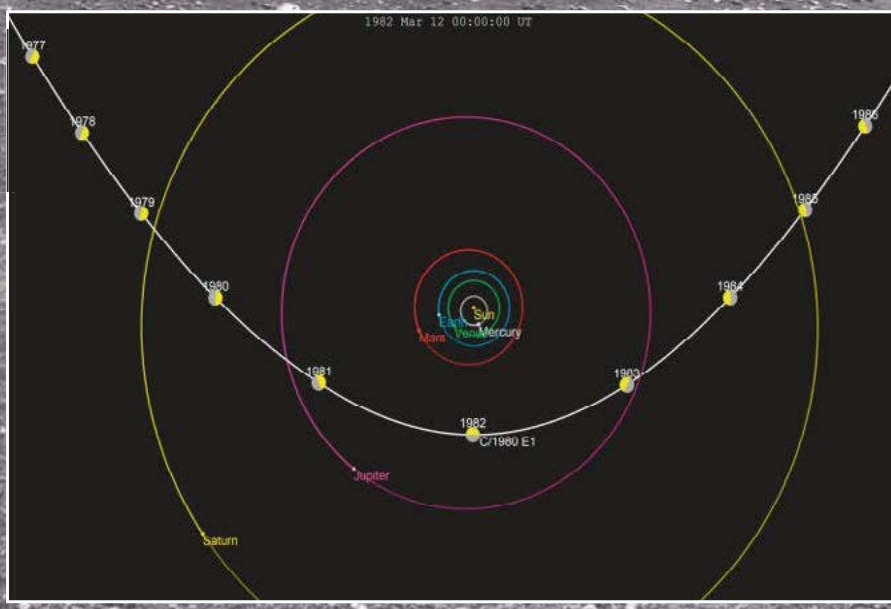
eprasa.pl 9f201e92a9

POLOWANIE TRWA

Zbudowana przez Japońską Agencję Badań Kosmicznych sonda Hayabusa-2 (na il.) jest weteranką polowań na planetoidy. W 2019 roku udało się z jej pomocą pobrać próbki mierzącej zaledwie kilometr średnicy planetoidy Ryugu. Ale zamiast zakończyć misję, wyposażona w mocne silniki jonowe sonda ruszyła dalej w stronę domniemanej mrocznej komety 1998 KY26. Zgodnie z przewidywaniami zbliży się do niej w lipcu 2031 roku. Być może poznamy wtedy tajemnicę przyspieszenia tych nietypowych obiektów.

+ ZAGADKA DLA OBCYCH

Kometa C/1980 E1 (mapa jej podróży po prawej) miała orbitę o długości ok. 7,1 miliona lat świetlnych. Oddalała się od Słońca na 1,17 roku świetlnego, gdy osiągnęła maksymalną odległość. Jednakże, kiedy przelatywała w pobliżu Jowisza w 1980 roku, zbliżyła się do niego nieco za bardzo, przez co przyspieszyła i uzyskała trajektorię hiperboliczną. W ten sposób, gdy za parę milionów lat opuści nasz Układ Słoneczny, zostanie międzygwiezdnym podróżnikiem... Być może w bardzo odległej przyszłości, gdzieś daleko i na innej planecie, ktoś będzie się zastanawiał: skąd to mogło przylecieć?



eprasa.pl 9f201e92a9

Jego długość szacowano na około 100 do 1000 metrów. Na podstawie zmian blasku z okresem siedmiu godzin stwierdzono, że obiekt ma kształt wydłużonego cygara lub dysku. Formalnie nazwano go A/2017 U1 i C/2017 U1 (PANSTARRS), ale później przylgnęło do niego hawajskie słowo 'Oumuamua, czyli „pierwszy posłaniec" albo „zwiadowca".

GOŚĆ NIE Z TEJ ZIEMI

1I/'Oumuamua porusza się z prędkością 26 kilometrów na sekundę względem Słońca i najwyraźniej pochodzi gdzieś z okolic obecnego układu Wegi – tego samego, z którego obcy wysyłali do nas sygnały w powieści *Kontakt* Carla Sagana z 1985 roku! Symulując trajektorię lotu, naukowcy wytypowali kilka gwiazd, obok których obiekt mógł przelecieć, ale żadnej nie można było uznać za jej pewne źródło. Obecnie 1I/'Oumuamua zmierza w kierunku gwiazdozbioru Pegaza.

Dalsze śledzenie przybysza przyniosło kolejne zaskoczenia. Obiekt miał wydłużony kształt, nietypowy dla małych ciał niebieskich, i ciemnoczerwony kolor! Co zadziwiło uczonych jeszcze mocniej, 1I/'Oumuamua, mijając Układ Słoneczny, zaczął przyspieszać. I choć komety robią dokładnie to samo, kiedy zbliżając się do gwiazdy, są odpychane przez sublimujący lód z własnej powierzchni, to emitują wówczas wyraźne smugi cząsteczek zwane warkoczem – a 1I/'Oumuamua tego nie robił, co wykazały obserwacje za pomocą teleskopu Spitzera w widmie podczerwieni. Mało tego, nie tylko okazało się, że ów przybysz nie emituje cząstek o rejestrowalnej temperaturze, ale również odbija światło około dziesięciokrotnie bardziej od typowej komety. To mogłoby oznaczać, że powierzchnia dziwacznego odłamka jest... metaliczna.

Niestety, został on zauważony dopiero 40 dni po osiągnięciu peryhelium, czyli przelocie najbliżej Słońca, kiedy opuszczał już nasze sąsiedztwo, dlatego nie wiemy na jego temat zbyt wiele. Trudno się więc dziwić, że do dzisiaj pojawiają się nowe, intrygujące teorie.

MROCZNA KOMETA

Nie trzeba było długo czekać, aż ktoś zasugeruje, że 1I/'Oumuamua jest dziełem kosmitów. Jako pierwszy powiedział o tym profesor Uniwersytetu Harvarda, Avi Loeb. W 2018 roku argumentował, że promieniowanie Słońca mogło przyczynić się do przyspieszenia przybysza, ale jedynie jeśli byłby znacznie cieńszy, niż pierwotnie przypuszczano. Mianowicie musiałby mieć grubość zaledwie 0,3 do 0,9 milimetra! To przywiodło naukowca do przypuszczenia, że nie był to obiekt, który powstał w naturalny sposób. Wyobraził on sobie 1I/'Oumuamua jako wielki żagiel słoneczny, zbudowany na potrzeby bardzo dalekich podróży międzygwiezdnych.

Drugą teorię przedstawił w 2020 roku prof. Darryl Seligman z Uniwersytetu Cornella. Spekulował on, że emisja cząsteczek z powierzchni 1I/'Oumuamua jest niewidoczna, ponieważ składa się z bardzo małych, trudno wykrywalnych cząstek wodoru. Jego zdaniem obiekt mógł być w całości zbudowany z wodorowego lodu, lecz nie zgodził się z tym prof. Avi Loeb, który w swojej kolejnej pracy wykazał, że światło w dowolnym miejscu przestrzeni kosmicznej niesie na tyle wysoką energię, by go rozpuścić.

Profesor Seligman porzucił więc teorię kawałka wodorowego lodu, ale nadal uważał, że 1I/'Oumuamua popychały cząsteczki wodoru. Skąd się one wzięły? W 2023 roku prof. Jennifer Bergner z Uniwersytetu w Kalifornii zasugerowała, że wodór mógłby się uwalniać pod wpływem promieniowania z uwięzionej we wnętrzu obiektu wody. Jej zdaniem, kiedy ów przybysz zbliżył się do Słońca, mogło dojść do przemieszczenia lodu i uwolnienia gazu.

To nie przekonało prof. Loeba, który w kolejnych dwóch pracach zarzucił prof. Seligmanowi błędne obliczenia. Tymczasem ten ostatni zaczął szukać innych obiektów w Układzie Słonecznym, które również przyspieszają, ale nie wykazują cech właściwych kometom. Znalazł ich aż sześć! Okazały się one nieco bardziej „typowymi" przedstawicielami małych ciał niebieskich: wyglądały na asteroidy o niewielkich rozmiarach liczonych w metrach. Wszystkie orbitowały na tyle blisko Ziemi, by zaplanowanie misji badawczych było sensowne.

Dokładnie tak jak w przypadku 1I/'Oumuamua, nauka nie jest w stanie obecnie wyjaśnić, skąd bierze się ich przyspieszenie. Jedna z nich, 1998 KY26, zostanie odwiedzona przez japońską sondę Hayabusa-2 w 2031 roku. Może dzięki temu uda się dowiedzieć nieco więcej na temat dziwnego przyspieszenia – oraz 1I/'Oumuamua...

PODRÓŻE MAŁE I DUŻE

Od chwili wykrycia 1I/'Oumuamua w naszym sąsiedztwie pojawili się kolejni podobni goście. Trzydziestego sierpnia 2019 roku Giennadij Borysow z Krymskiego Obserwatorium Astronomicznego zauważył za pomocą prywatnego teleskopu obiekt nadlatujący w stronę Słońca z okolic gwiazdozbioru Perseusza. W tym wypadku nie było wątpliwości – pochodził spoza naszego Układu i był kometą. >



ROBERT J. WERYK
Kanadyjski fizyk i astronom, obecnie pracuje na Uniwersytecie Hawajskim w Mānoa.

» To było zupełnie nieoczekiwane. Ruch tego obiektu nie dawał się wyjaśnić za pomocą orbity zwykłej asteroidy z pasa głównego czy komety z Układu Słonecznego «

ROBERT J. WERYK, fizyk, astronom
odkrył pierwszy znany obiekt międzygwiezdny – 1I/'Oumuamua

eprasa.pl 9f201e92a9



DLACZEGO WARTO SZUKAĆ?

Ósmego stycznia 2014 roku w pobliżu wybrzeża Papui-Nowej Gwinei spadły resztki obiektu znanego dziś jako CNEOS 2014-01-08. W 2019 roku prof. Avi Loeb i Amir Siraj zasugerowali, że rozbitek, który na szczęście niemal w całości spłonął w atmosferze Ziemi, nie pochodził z Układu Słonecznego. Tezy astronomów nie udało się do dziś jednoznacznie potwierdzić, i to mimo ekspedycji na dno oceanu w poszukiwaniu szczątków CNEOS 2014-01-08. Mimo to przypadek z 2014 roku pobudza wyobraźnię – warto wiedzieć, czy na kursie kolizyjnym z naszą planetą nie znajduje się coś większego niż takie mierzące zaledwie 0,5 metra ciało niebieskie.

Mało tego, ze względu na stuprocentową szansę na dotarcie przybysza w pobliże Ziemi Borysow natychmiast opublikował parametry znaleziska na międzynarodowym forum.

Na szczęście dokładniejsze badania wykluczyły ryzyko kolizji z Ziemią. Kometa, której nadano nazwę 2I/Borisov, minęła peryhelium 8 grudnia 2019 roku i od tego czasu oddala się od Słońca. W przeciwieństwie do mrocznego 1I/'Oumuamua, 2I/Borisov okazał się bardzo ostentacyjny. W trakcie przelotu zaprezentował warkocz o długości niemal 14 średnic Ziemi. Sam obiekt miał około pół kilometra średnicy i nie różnił się zbytnio od innych znanych nam komet.

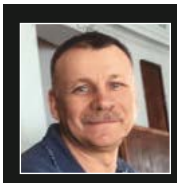
Jednak często jednoznaczne potwierdzenie rodowodu jest trudne, nawet kiedy astronomowie aktywnie poszukują takich obiektów. Wiele z tych już wstępnie opisanych nie ma nadanej litery „I" (od słowa „interstellar", czyli „międzygwiezdny"), ponieważ nie ma pewności co do ich źródła. Doskonałym przykładem są komety Machholz 1 i C/1996 B2 Hyakutake, które prawdopodobnie zostały „schwytane" przez grawitację Słońca oraz Jowisza.

Na pozasłoneczne korzenie wskazują w ich przypadku bardzo wydłużone, eliptyczne orbity i nietypowy skład. Machholz 1 posiada nadzwyczajnie niską zawartość cyjanu – aż 72 razy mniejszą niż przeciętna kometa. Z kolei kometa Hyakutake, odkryta w 1996 roku, nie tylko różni się pod względem chemicznym od „rodzimych" komet, ale i pozwoliła wysnuć ciekawe wnioski na temat pochodzenia wody na Ziemi! Okazało się bowiem, że zawartość deuteru (stabilnego izotopu wodoru) w jej lodzie wodnym jest zdecydowanie wyższa niż w naszych oceanach, co oznacza, że w kometach nie można szukać jedynego źródła H_2O na Błękitnej Planecie.

ŁAPACZ MIĘDZYGWIEZDNYCH GOŚCI

Jowisz odgrywa bardzo istotną rolę w chwytaniu takich przybyszów. Jako jedyna planeta w układzie ma grawitację na tyle dużą, by znacząco hamować nadlatujące obiekty.

Być może wkrótce znajdziemy jeszcze więcej podobnych komet i dzięki nim stopniowo rozwiejemy wątpliwości? Innym przykładem takiego potencjalnego przybysza, który został z nami na stałe, jest planetoida (514107) Ka'epaoka'āwela. Orbituje ona wokół Słońca w przeciwnym kierunku niż niemal wszystkie pozostałe ciała niebieskie! W jej przypadku intrygujące jest też to, że nie jest kometą, a kawałkiem skały. Być może cały lód zdążył już wysublimować, co oznaczałoby, że planetoida została uwiązana na orbicie w bardzo wczesnych etapach istnienia Układu Słonecznego.

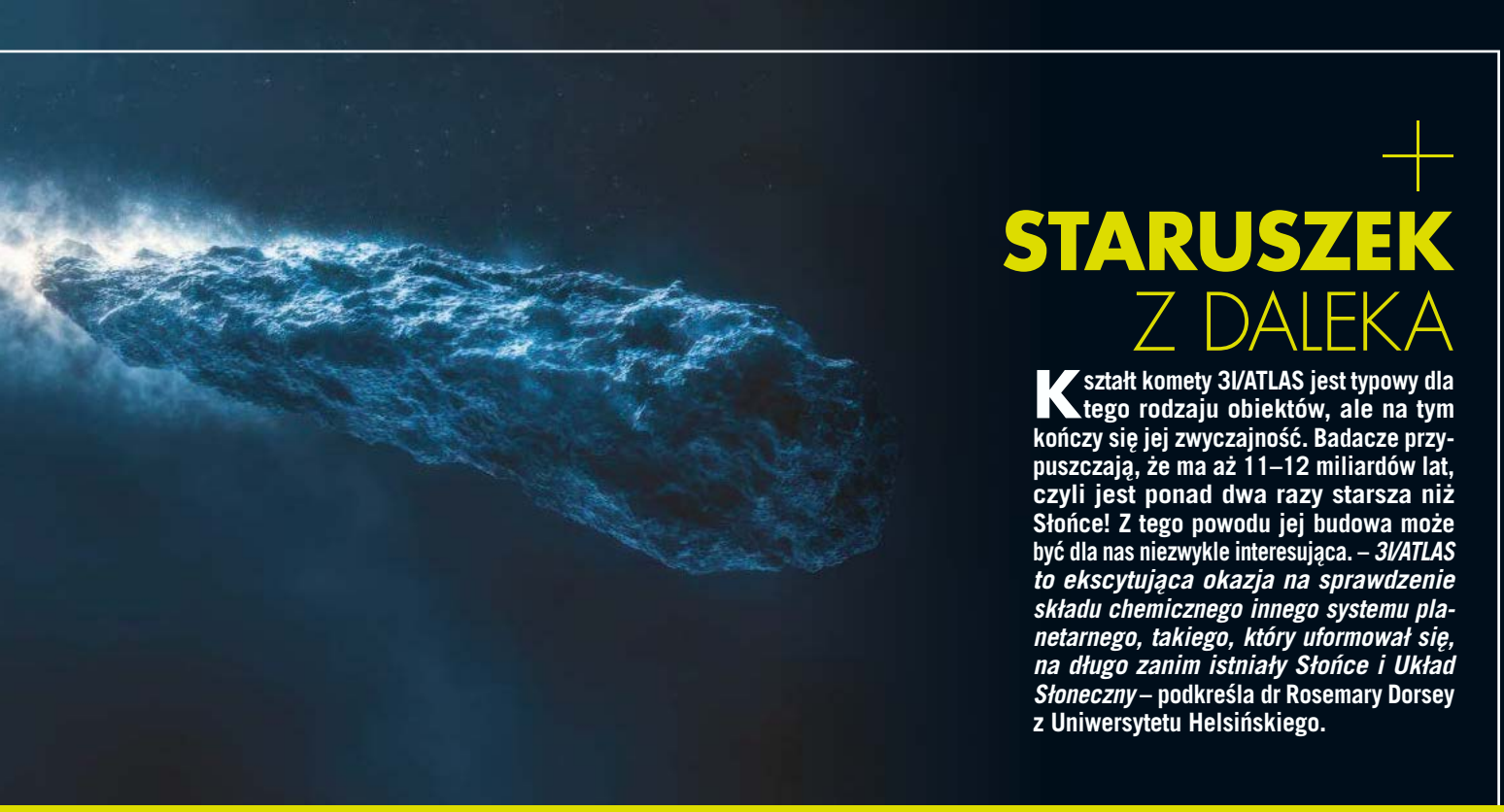


GIENNADIJ BORYSOW
Konstruktor teleskopów i astronom amator, pracuje jako inżynier w Krymskiej Stacji Astronomicznej.

» Swoje teleskopy robię sam. (...) To nie jest kwestia sprzętu, ale miłości do nieba i czystej wytrwałości. Kiedy patrzysz w obiektyw, musisz po prostu wiedzieć, czego szukasz, i wierzyć, że tam jesteś pierwszy «

GIENNADIJ BORYSOW, konstruktor teleskopów, astronom odkrył kometę międzygwiezdną, której nadano nazwę 2I/Borisov

eprasa.pl 9f201e92a9



STARUSZEK Z DALEKA

Kształt komety 3I/ATLAS jest typowy dla tego rodzaju obiektów, ale na tym kończy się jej zwyczajność. Badacze przypuszczają, że ma aż 11–12 miliardów lat, czyli jest ponad dwa razy starsza niż Słońce! Z tego powodu jej budowa może być dla nas niezwykle interesująca. – *3I/ATLAS to ekscytująca okazja na sprawdzenie składu chemicznego innego systemu planetarnego, takiego, który uformował się, na długo zanim istniały Słońce i Układ Słoneczny* – podkreśla dr Rosemary Dorsey z Uniwersytetu Helsińskiego.

KTO SZUKA, TEN ZNAJDZIE

Poza 1I/'Oumuamua i 2I/Borisov dotychczas potwierdzono międzygwiezdne pochodzenie jeszcze jednego obiektu: odkrytej 1 lipca 2025 roku komety 3I/ATLAS. Zauważono ją dzięki ufundowanemu przez NASA Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System (ATLAS; system ostatecznego ostrzegania o kolizjach asteroid z Ziemią).

Kometę wykrył jeden z czterech teleskopów systemu, zlokalizowany w Chile. Hiperboliczna orbita przybysza przebiegła blisko orbity Marsa, a peryhelium osiągnął 29 października 2025 roku. Nie stanowił zagrożenia: 19 grudnia 2025 roku minął naszą planetę w odległości około 269 milionów kilometrów, a następnie 16 marca 2026 roku przeleciał w odległości 53,4 miliona kilometrów od Jowisza.

Podobnie jak w przypadku 1I/'Oumuamua, początkowo uczeni nie byli w stanie stwierdzić, czy przyleciała do nas asteroida, czy kometa. Dopiero połączone wyniki badań Deep Random Survey w Chile, Discovery Channel Telescope w Obserwatorium Lowella w Arizonie i Teleskopu Kanadyjsko-Francusko-Hawajskiego na Mauna Kea umożliwiły dostrzeżenie charakterystycznego, choć krótkiego warkocza.

SZKIEŁKO I OKO

Według NASA międzygwiezdne obiekty przelatują przez Układ Słoneczny średnio raz w roku. Trudno je dostrzec, ponieważ są niewielkie i mają w stosunku do nas bardzo duże prędkości. Jednakże, skoro wiemy już, czego szukać, i mamy do tego odpowiednie instrumenty, wkrótce z pewnością pojawią się kolejne doniesienia o wykryciu zagubionych podróżnych.

Dużą pomocą w tym zadaniu powinien okazać się uruchomiony pod koniec 2025 roku teleskop w obserwatorium imienia Very C. Rubin w Chile, z lustrem o średnicy 8,4 metra i matrycą rejestrującą 3,2 gigapiksela. Takie urządzenie mogłoby dostrzec 1I/'Oumuamua całe trzy miesiące wcześniej niż Pan-STARRS!

Co więcej, w ramach tworzenia Legacy Survey of Space and Time (LSST, ang. dziedzictwa badań przestrzeni i czasu), w ciągu dziesięciu lat mają powstać dwa miliony zdjęć kosmosu. Astronomowie szacują, że w ten sposób powinno się udać wykryć od zera do nawet... 70 międzygwiezdnych obiektów podobnych do 1I/'Oumuamua rocznie!

Kolejną inicjatywą pozwalającą lepiej zrozumieć naturę obiektów międzygwiezdnych jest realizowana przez Europejską Agencję Kosmiczną misja Comet Interceptor, która ruszy w 2029 roku. W ramach tego przedsięwzięcia sonda ma zostać „zaparkowana" w przestrzeni kosmicznej w oczekiwaniu na przelot komety. Kiedy taka się pojawi, urządzenie „obudzi się", by zbliżyć się do przybysza i wykonać mapowanie 3D. Będzie to pierwsza misja w historii, która na starcie nie posiada zdefiniowanego celu!

Pytanie tylko, co się stanie, jeśli żadna kometa nie znajdzie się w pobliżu? Operacja byłaby stratą czasu oraz środków. I tu właśnie pojawia się największy, dość oczywisty problem: pieniądze. Nawet pomysł dogonienia 1I/'Oumuamua (patrz: ramka „Złapać intruza") jest jak najbardziej wykonalny przy obecnym stanie technologii. Ale trzeba sobie zadać pytanie: czy warto? Naukowiec powie, że tak, w końcu może chodzić o bardzo istotne informacje o kosmosie, może wręcz o źródle życia na Ziemi, a na pewno o odpowiedzi na pytania dotyczące samej „mrocznej komety". Lecz ekonomista czy podejmujący decyzję polityk niekoniecznie się zgodzi – loty pozaziemskie wciąż wiążą się z dużymi kosztami. Być może więc na rozwiązanie zagadki przybyszów z gwiazd przyjdzie nam jeszcze poczekać. ■

TEKST: Michał Procner KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (3); Xinhua/JAXA/East News; mat. pras.; Wikimedia Commons (2)

eprasa.pl 9f201e92a9



Co łączyło ojca najsłynniejszej myszy świata i konstruktora wunderwaffe Hitlera? Wbrew pozorom całkiem sporo! Walt Disney i Wernher von Braun razem stworzyli wizję kosmosu, która dała Amerykanom bilet na Księżyc.

MYSZKA W CIENIU SWASTY

epress.pl 9f201e92a8



ZBRODNIARZ WOJENNY W KRAINIE JUTRA
Walt Disney i Wernher von Braun (powyżej: na wspólnej fotografii z 1954 roku) stali się ojcami amerykańskiego programu kosmicznego. To dzięki ich współpracy idea załogowego lotu na Księżyc zdobyła społeczne oraz polityczne poparcie. Za ciepłymi uśmiechami i rozmarzonymi spojrzeniami kryły się jednak mroczne pobudki. Von Braun był eksnazistą, który rękami więźniów obozu koncentracyjnego Mittelbau-Dora w morderczych warunkach tworzył dla Hitlera śmiercionośne rakiety V-2. W USA chciał wybielić swoją brunatną przeszłość i „sprzedać" Kongresowi wizję podboju kosmosu. Z kolei Disney szukał naukowego autorytetu, by uwiarygodnić strefę Tomorrowland w budowanym właśnie Disneylandzie – i zdobyć fundusze na realizację swojej Krainy Jutra.

MIKI

YKI

W latach 50. Amerykę opanowała prawdziwa kosmiczna gorączka. Miliony ludzi śledziły doniesienia o postępach inżynierii rakietowej, a Walt Disney... zacierał ręce. W lipcu 1955 roku twórcy bajkowego imperium udało się zrealizować swoje największe marzenie: w Anaheim w Kalifornii otworzył park rozrywki, który na własną cześć nazwał Walt Disney World (obecnie znany jako Disneyland). – *To wasza kraina* – mówił podczas ceremonii inauguracyjnej. – *Tutaj starsi mogą przypomnieć sobie piękną przeszłość, a młodzi cieszyć się obietnicą pięknej przyszłości*…

Zapowiedź tego, jak będzie wyglądać ta ostatnia, dawała Kraina Jutra (Tomorrowland), w której na własne oczy można było zobaczyć m.in. 22-metrową rakietę kosmiczną, a także przeżyć hiperrealistyczną symulację lotu na Księżyc. Już w dniu otwarcia futurystyczną część parku chciało obejrzeć ok. 35 tys. osób (wiele z podrobionymi biletami – tych oficjalnych sprzedano blisko 20 tys.). Sporo z nich do wizyty w Disneylandzie zachęcił sympatyczny naukowiec, który przed kilkoma miesiącami na antenie telewizji ABC z nieco zabawnym akcentem przekonywał w filmie z serii *Walt Disney przedstawia*..., zatytułowanym po prostu *Człowiek w kosmosie* (*Man in Space*), że wyprawa poza naszą planetę wcale nie jest mrzonką. Mało kto miał świadomość, że ów uczony zaledwie dekadę wcześniej stworzył śmiercionośną broń dla Hitlera...

NAZIŚCI W KOSMOSIE

Wernher von Braun, bo o nim mowa, przeszedł do historii jako pionier podboju przestrzeni pozaziemskiej. To rakieta jego autorstwa podczas testów jesienią 1944 roku jako pierwsza w dziejach przekroczyła umowną granicę kosmosu (tzw. linię Kármána na wysokości 100 km). Tyle tylko że była to rakieta... balistyczna V-2, która miała nazistom pomóc odwrócić bieg II wojny światowej. – *Co to za sukces, skoro trafiliśmy nie w tę planetę, co trzeba?* – skwitował podobno to osiągnięcie naukowiec, który za dnia pracował dla wojska III Rzeszy, a nocami marzył, by sięgnąć gwiazd. Od dziecka chciał zdobyć kosmos. To pragnienie zaszczepiła w nim matka, która podarowała mu pierwszy teleskop. Znalazł też drogę do tego celu: technologię rakietową. Wojna sprawiła jednak, że przekierował zainteresowania – na zlecenie hitlerowców skonstruował broń odwetową do terroryzowania ludności cywilnej. Po latach zarzekał się, że nie miał wyboru. Stworzona przez niego V-2 była wykorzystywana do ostrzałów m.in. Londynu i Antwerpii. >

epraca.pl 9f201e92a9

W atakach zginęło łącznie przeszło 7000 osób.

NOWA GWIAZDA NA AMERYKAŃSKIM NIEBIE

Doniesienia o genialnym konstruktorze rakiet dotarły za ocean, a Amerykanie uznali, że wobec wielkiego talentu von Brauna można przymknąć oko na jego mroczną przeszłość. Po wojnie w ramach niesławnej operacji „Paperclip” („Spinacz”) wraz z ponad setką niemieckich naukowców – w większości tak jak on byłych członków NSDAP i SS – przybył do USA, aby tam pracować nad rakietami. Tym razem faktycznie tymi, które miały wynieść człowieka w kosmos.

W Stanach Zjednoczonych Wernher von Braun wreszcie mógł rozwinąć skrzydła. Już na początku lat 50. przygotował Das Marsprojekt – plan załogowej misji na Czerwoną Planetę. Równocześnie zaczął udzielać się medialnie i szybko zyskał status celebryty. Jego wykłady, jak ten na nowojorskim sympozjum zorganizowanym przez Hayden Planetarium, poświęcone wizjom podboju wszechświata, hipnotyzowały słuchaczy. Magazyn „Collier’s” zaprosił go do współpracy przy serii artykułów poświęconych wyprawie marsjańskiej, lotom na orbitę czy lądowaniu na Księżycu. „To, co tu przeczytacie, to nie jest science fiction. To fakty! Jest to opowieść o tym, że zdobycie kosmosu przez człowieka jest nieuniknione” – zapowiadał w jednym z nich.

Pomysły von Brauna na eksplorację przestrzeni pozaziemskiej, ilustrowane przez malarza Chesleya Bonestella, zafascynowały miliony ludzi. Wśród nich znalazł się Walt Disney.

JUTRO NA SPRZEDAŻ

Twórca bajkowego imperium miał wówczas twardy orzech do zgryzie-

INWAZJA NA MARSA

Zanim NASA na dobre zaczęła rozważać lot na Księżyc, Wernher von Braun miał już w szufladzie gotowy projekt podboju Marsa (Das Marsprojekt). Nie myślał o skromnej misji naukowej – planował potężną ekspedycję, przypominającą inwazję. Plan von Brauna zakładał wysłanie na Czerwoną Planetę 10 statków kosmicznych, na pokładach których znajdowałoby się aż 70 astronautów. Pierwszy wylądowałby na jednym z biegunów. Następnie pionierska ekipa miała w łazikach przejechać 6500 kilometrów w stronę równika i wybudować tam lądowisko dla reszty „floty”. Co ciekawe, przywódca stojący na czele marsjańskiej kolonii zgodnie z wizją naukowca miał być tytułowany mianem „Elon”.

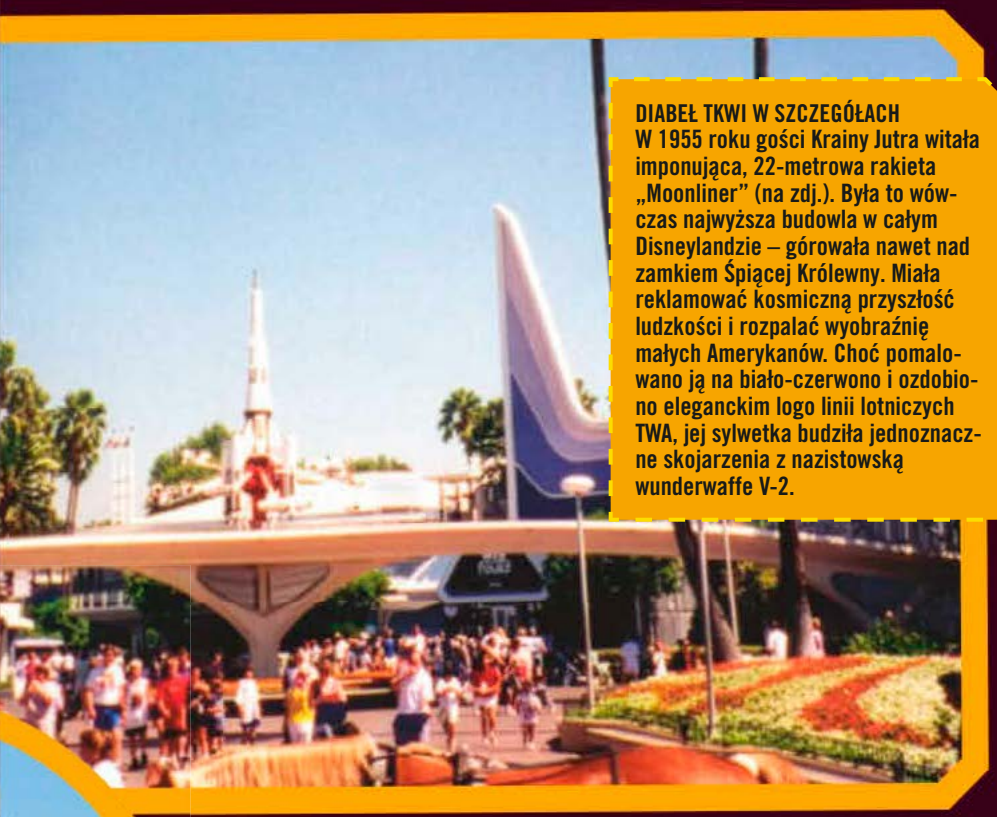




ZABÓJCZA PIONIERKA

Lata przed tym, nim rozpoczął się amerykańsko-radziecki wyścig kosmiczny, to właśnie rakieta V-2 (obok) zaprojektowana przez Wernhera von Brauna przekroczyła granicę kosmosu. W czerwcu 1944 roku podczas pionowego lotu testowego osiągnęła pułap przeszło 170 kilometrów, stając się pierwszym stworzonym przez człowieka obiektem, który znalazł się w przestrzeni pozaziemskiej.

epraca.pl 9f201e92a9



DIABEŁ TKWI W SZCZEGÓŁACH
W 1955 roku gości Krainy Jutra witała imponująca, 22-metrowa rakieta „Moonliner" (na zdj.). Była to wówczas najwyższa budowla w całym Disneylandzie – górowała nawet nad zamkiem Śpiącej Królewny. Miała reklamować kosmiczną przyszłość ludzkości i rozpalać wyobraźnię małych Amerykanów. Choć pomalowano ją na biało-czerwono i ozdobiono eleganckim logo linii lotniczych TWA, jej sylwetka budziła jednoznaczne skojarzenia z nazistowską wunderwaffe V-2.



nia – marzył o własnym parku rozrywki, ale na jego sfinansowanie potrzebował (nomen omen) astronomicznej kwoty. Pieniądze znalazł w przeżywającej prawdziwy boom telewizji. Do zainwestowania w swój projekt namówił stację ABC, w zamian obiecując przygotowanie serii programów *Walt Disney przedstawia*..., które jednocześnie reklamowałyby przedsięwzięcie.

Lunapark ojca Myszki Miki miał być podzielony na cztery części: trzy (Fantasyland, Frontierland i Adventureland) nawiązywały do filmów jego studia, ostatnia była wielką niewiadomą. O tym, jakie atrakcje znajdą się w Tomorrowland, przesądziły wspomniane teksty z „Collier's", które szefowi wytwórni podrzucił jeden z animatorów. Disney postanowił wcielić w życie wizje byłego nazisty. Zaprosił go do współpracy przy stworzeniu koncepcji Krainy Jutra (nie przez przypadek gigantyczna rakieta, którą mogli podziwiać odwiedzający, do złudzenia przypominała zabójczą V-2), ale też obsadził jako eksperta w dokumentalno-animowanych produkcjach mających rozpromować ideę eksploracji wszechświata. A także

„Rakieta zadziałała idealnie, tyle że wylądowała na złej planecie"

WERNHER VON BRAUN PO TEŚCIE V-2

oczywiście marzenie Disneya. Ostatecznie powstały trzy filmy: *Człowiek w kosmosie*, *Człowiek na Księżycu* oraz *Na Marsa i jeszcze dalej*, wyemitowane w latach 1955–1957.

– *Dzisiejszy program łączy narzędzia, jakimi posługujemy się w naszym zawodzie, z wiedzą naukowców, by w rzeczywisty sposób opowiedzieć o najświeższych planach najnowszej przygody człowieka* – rozpoczął Disney we własnej osobie pierwszy z materiałów, który miał premierę 9 marca 1955 roku. Dalej przy użyciu zabawnych kreskówkowych postaci przedstawiono widzom historię techniki rakietowej. Wreszcie na ekranie pojawił się Wernher von Braun, prezentowany jako jeden z najwybitniejszych ekspertów w tej dziedzinie, by przedstawić koncepcję czterostopniowej rakiety orbitalnej. Projektant V-2 wystąpił także w dwóch pozostałych odcinkach, przekonując, że loty na Księżyc to nie science fiction, a matematyczna konieczność, oraz snując wizje fantastycznej fauny i flory, jakie mogłyby rozwinąć się na Marsie.

WIELKI SKOK DLA LUDZKOŚCI

Von Braun „sprzedał" Amerykanom Księżyc. Programy z jego udziałem obejrzało nawet 150 milionów widzów. Głosy powątpiewania na temat przyszłości lotów pozaziemskich nagle zastąpił niekłamany entuzjazm. Na jego fali dał się ponieść sam prezydent Dwight D. Eisenhower, który zażądał, by do Pentagonu dostarczono kopię *Człowieka w kosmosie* (chciał ją pokazać ekspertom rakietowym).

Ale nie tylko w ten sposób były hitlerowski naukowiec położył podwaliny pod program Apollo i lądowanie na Księżycu. Już jako „zamerykanizowany Niemiec" zbudował rakietę Redstone, a następnie kierował zespołem, który opracował Saturna V. Tego samego, który w lipcu 1969 roku wyniósł poza Ziemię Orła, pozwalając uczynić „mały krok dla człowieka i wielki skok dla ludzkości". A że przy okazji – z walną pomocą Disneya – wybielił swoją hitlerowską przeszłość? Cóż, skoro obraz „sympatycznego wujka od rakiet" firmował sam ojciec Myszki Miki...

Co ciekawe, naziści, łagodnie mówiąc, nie przepadali za słynnym gryzoniem. Niemiecka propaganda atakowała go w latach 30., sugerując, że mysz jest żydowskim symbolem i zagraża godności III Rzeszy. Włączała ją też do grona szczurów, do których porównywała Żydów. Niektóre z kreskówek zostały wręcz zakazane w kraju rządzonym przez Adolfa Hitlera, choć on sam dzieła Disneya podziwiał. Ba, w 1937 roku otrzymał kilkanaście filmów z Mikim w roli głównej w prezencie gwiazdkowym od Josepha Goebbelsa. Zapewne nie przypuszczał, że dwie dekady później jeden z jego czołowych naukowców będzie miał okazję osobiście współpracować z twórcą jego ulubionej bajkowej postaci. ■

TEKST: Maria Rojewska
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock; Detlev van Ravenswaay/East News (2); Wikimedia Commons (2)

epraca.pl 9f201e92e9



WYPRAWA DO WNĘTRZA JOWISZA

eprasa.pl 9f201e92a9



SZA

Zakładając, że istniałby niezniszczalny skafander kosmiczny, czy udałoby się w nim pokonać atmosferę Jowisza? I czy można po prostu przelecieć przez tego gazowego olbrzyma? Aby odpowiedzieć na te i inne pytania, przeprowadziliśmy eksperyment myślowy, który sięga granic fizyki...

eprasa.pl 9f201e92a9

ZAGADKA „PŁASKICH BŁYSKAWIC”

Przez długi czas uważano, że Jowisz wytwarza błyskawice tylko w niżej położonych warstwach chmur wodnych – ale nie bezpośrednio na swojej lodowej powierzchni. Potem jednak sonda kosmiczna Juno odkryła nieznaną wcześniej formę wyładowań elektrycznych na gazowym gigancie – tzw. „płaskie błyskawice”, które nie wyładowują się od góry w dół, lecz poziomo. – *Po nocnej stronie Jowisza dość często widać błyskawice na powierzchni – wyglądają jak obserwowana z góry burza na Ziemi* – wyjaśnia prof. Jonathan Lunine z Uniwersytetu Cornella. Udowodniono jednak, że błyskawice mogą powstawać w tym lodowatym środowisku, ponieważ zewnętrzna warstwa chmur zawiera dużo amoniaku. Jego temperatura zamarzania wynosi –77°C, więc w tym przypadku działa on jak środek przeciwzamrożeniowy dla błyskawic.

BIAŁE PLAMY

Już wcześniej wiedzieliśmy o tym, że na Jowiszu występują błyskawice. Ponieważ jednak wyładowania były widoczne tylko jako białe plamy pod chmurami (widoczne na il. powyżej z prawej strony), założono, że pojawiają się one mniej więcej 50 kilometrów pod powierzchnią, w obszarze chmur wodnych. Odkrycie „płaskich błyskawic” pokazało, że do wyładowań dochodzi również bezpośrednio na powierzchni.

eprasa.pl 9f201e92a9



W miarę jak osłona przeciwpromienna powoli opuszcza się przed małym iluminatorem na dziobie twojego statku, kokpit rozjarza się wszystkimi barwami tęczy. Gdy oczy przyzwyczają się do nagłej jasności, ukazuje im się czerwono-brązowo-biała sylwetka Jowisza – i najbardziej spektakularne zorze w całym Układzie Słonecznym. Znajdujesz się około 300 tysięcy kilometrów od kipiącej powierzchni najmasywniejszej planety w Układzie Słonecznym i zmierzasz do punktu, z którego wykonasz skok.

SKOK W PLANETĘ

Bez hipotetycznego wahadłowca oraz hipotetycznego skafandra kosmicznego wykonanych z supermateriału, który na potrzeby tego tekstu wytrzyma dosłownie wszystko, twoja podróż w tym momencie już by się zakończyła. Powodem jest magnetosfera Jowisza, ok. 20 razy silniejsza niż ziemskie pole magnetyczne. Przyspiesza ona cząsteczki wiatru słonecznego tak mocno, że powstałe promieniowanie zniszczyłoby konwencjonalne wahadłowce i zabiło ich pasażerów. Jednak chroniony przez superskafander, otwierasz po prostu zewnętrzną śluzę statku – i przygotowujesz się do zanurkowania we wnętrze Jowisza...

Jest rok 2129 i aby dowiedzieć się, co dzieje się we wnętrzu gazowego giganta, przebyłeś 622 miliony kilometrów – z Ziemi do Jowisza i jego 90 księżyców. Jest to jedna z zagadek, których kierująca badaniami naukowymi kwantowa sztuczna inteligencja nie zdołała jak dotąd rozwiązać za pomocą symulacji. Była jednak w stanie stworzyć warunki techniczne dla nas, ludzi, umożliwiające ustalenie tego w nieco staromodny sposób: na miejscu. Tak więc stoisz teraz na krawędzi statku, w oznaczonym na czerwono miejscu do skoku, jeszcze raz sprawdzasz wszystkie systemy i... robisz krok do przodu.

„Chcąc zrozumieć pochodzenie Układu Słonecznego, trzeba zacząć od pochodzenia Jowisza"

KOMUNIKAT NASA
dotyczący wystrzelenia sondy kosmicznej Juno w 2011 roku

Zaczynasz spadać w błyskawicznym tempie. Ze względu na większe przyciąganie grawitacyjne Jowisza, którego średnica wynosi 140 tysięcy kilometrów, odbywa się to 2,5 raza szybciej niż na Ziemi – po mniej niż 12 sekundach przekraczasz barierę dźwięku. Twoje ciało przyspiesza do nawet 180 000 km/h, zanim opór „powietrza" gazowego olbrzyma zrekompensuje jego przyciąganie grawitacyjne i cię spowolni.

W normalnych okolicznościach wyparowałbyś jak meteoroid z powodu ciepła uwalnianego w wyniku tarcia i podnoszącego twoją temperaturę do 15 000°C. Ale dzięki niezwykłemu skafandrowi kosmicznemu docierasz bez szwanku do pokrywy chmur Jowisza. >

eprasa.pl 9f201e92a9

Ma ona ok. 70 kilometrów grubości. Gdy zanurzasz się w białe obłoki amoniaku, nagle robi się bardzo wietrznie. Potężne burze osiągające prędkość nawet 500 km/h przedzierają się przez zewnętrzną atmosferę. Jest zimno. Przyrządy w skafandrze kosmicznym pokazują –240°C i ciśnienie zewnętrzne o wartości 0,5 atmosfery fizycznej (w skrócie: atm – jedna atmosfera fizyczna odpowiada średniemu ziemskiemu ciśnieniu powietrza na poziomie morza). Światło słoneczne wciąż rozświetla otaczające cię szare kłęby amoniaku niczym chmury deszczowe na Ziemi, ale im niżej spadasz, tym robi się ciemniej. Nagle masz wrażenie, że zderzyłeś się ze ścianą.

Wokół rozlega się głośny syk. Uderzasz w wewnętrzną atmosferę Jowisza, jakbyś plasnął brzuchem o powierzchnię wody po skoku z 10-metrowej wieży. Przeciążenie przy hamowaniu w tym momencie wynosi ponad 230 *g* – a więc 10 razy więcej, niż mógłbyś wytrzymać bez superskafandra. Teraz na chwilę się przejaśnia i odnosisz wrażenie, że zbyt szybko zanurzasz się w czystej wodzie. Spoglądając w dół, widzisz nową, brązową, bulgoczącą ścianę chmur wodorosiarczku amonu pędzącą w twoim kierunku. Ostatnią rzeczą, jaką dostrzegasz, zanim w nią wpadniesz, są małe, żółte płatki siarki, które miejscami na tobie osiadają. Potem światło słoneczne znika. Nigdy więcej go nie ujrzysz...

REJS W CHMURACH

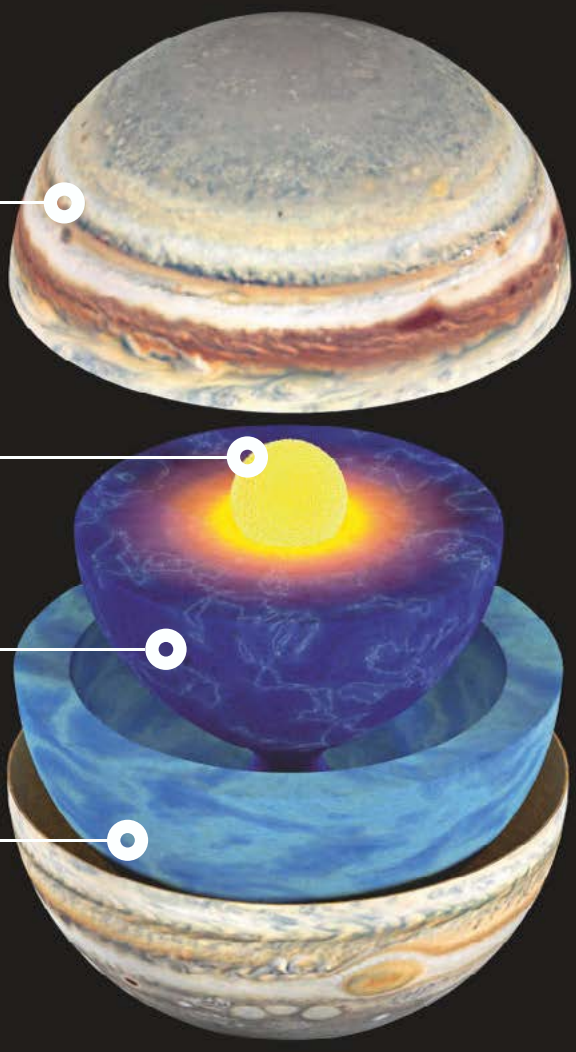
Panuje tu ciemność. Przelatujesz przez gęste kłęby chmur. Widoczność jest zerowa, lecz systemy skafandra informują, że temperatura wzrosła do –100°C. Chmury znów się zmieniają. Nie odczułeś tej zmiany, ale stały się one białe i błyszczące. W ciemności, tylko dzięki oświetleniu na hełmie, widzisz, jak przesuwają się blisko twojego wizjera. Gęste kawałki drobnego lodu i kłęby pary przetaczają się nad tobą z dołu do góry. Czujesz ich fizyczny opór, gdy cię mijają. Raz po raz wpadasz w silne turbulencje. Czekasz na koniec warstwy chmur, dobrze wiedząc, że prawdopodobnie nigdy nie staniesz na powierzchni tego gazowego olbrzyma. Obłoki wokół stają się jeszcze gęstsze i cięższe. Gigantyczne błyskawice przebijają się przez ciemność i powodują grzmoty tak potężne, że nawet prymitywne, bezzałogowe sondy były w stanie je zarejestrować 100 lat temu z odległości 4000 kilometrów. Teraz zanurzasz

„Jowisz nie różni się aż tak bardzo od Słońca. Ma podobną strukturę, na którą składają się hel i wodór. Z ponad 90 księżycami krążącymi wokół niego przypomina trochę mały Układ Słoneczny"

ANGELA DIETZ,
specjalistka w dziedzinie inżynierii kosmicznej w ESA

ILE WARSTW MA JOWISZ?

Wewnętrzna struktura planety jest złożona, a ze względu na jej odległość od Ziemi – nie do końca zbadana. Jednak poszczególne warstwy Jowisza można z grubsza podzielić w następujący sposób:



eprasa.pl 9f201e92a9



POŁKNIĘTA PRZEZ PLANETĘ
W 1995 roku sonda NASA Galileo (na zdj.) dotarła do Jowisza i wypuściła próbnik, który zanurzył się w atmosferze. Zbierał on dane przez 58 minut, po czym zniknął. W 2003 roku podążyła za nim sama Galileo. Po wielokrotnych awariach systemu jej kurs został zmieniony – tak, aby spłonęła w atmosferze.

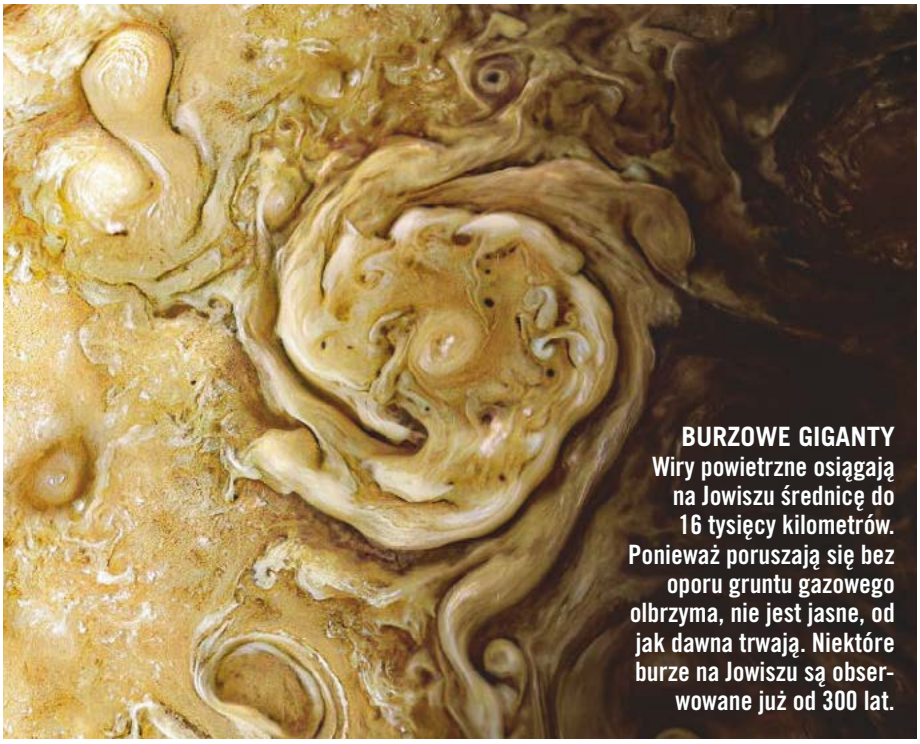


WAGA CIĘŻKA
Jowisz ma masę 1,9 kwadryliarda kilogramów, czyli 318 mas Ziemi. Jego masa jest 2,5-krotnie większa niż wszystkich pozostałych planet Układu Słonecznego razem wziętych.

się w dziwnie wirujących chmurach wodnych o temperaturze pokojowej i ciśnieniu pięciu atmosfer. Choć skafander utrzymuje stałą temperaturę w swoim wnętrzu, masz wrażenie, że przekraczasz granicę – wpadając z krainy lodu do piekła rozżarzonego ciepłem i ciśnieniem. W pewnym momencie chmury nagle znikają. Czasami jeszcze przez mgnienie oka błyskawice z góry oświetlają twoje pole widzenia. Potem widzisz, że nadal spadasz i że coś, co przypomina tapetę w kolorze piasku, mija cię jakby w zwolnionym tempie. Około 120 kilometrów poniżej chmur docierasz do granicy, gdzie poprzedni rekordzista w nurkowaniu w Jowisza – próbnik atmosferyczny sondy Galileo – prawdopodobnie uległ zmiażdżeniu. W każdym razie ostatni sygnał radiowy wysłany na Ziemię w 1995 roku przez to niewielkie urządzenie zawierał informację o temperaturze 152°C i ciśnieniu 22 atmosfer. Odpowiada to ciśnieniu panującemu na Ziemi na głębokości 220 metrów pod wodą. Tymczasem spadasz już od godziny. Pod tobą otwiera się ciemna otchłań. Będziesz w nią lecieć bezwładnie bardzo, bardzo długo.

ROZŻARZONA ATMOSFERA

Domniemana otchłań to czarny wodór. Im głębiej spadasz, tym staje się on bardziej sprężony. Pomimo ekstremalnej gęstości przebijasz się przez niego bez oporu. >



BURZOWE GIGANTY
Wiry powietrzne osiągają na Jowiszu średnicę do 16 tysięcy kilometrów. Ponieważ poruszają się bez oporu gruntu gazowego olbrzyma, nie jest jasne, od jak dawna trwają. Niektóre burze na Jowiszu są obserwowane już od 300 lat.

eprasa.pl 9f201e92a9

W rzeczywistości czujesz się tak, jakbyś był całkowicie nieruchomy w pozbawionej światła próżni. Po 700 kilometrach spadania ciśnienie jest już 1000 razy większe niż na powierzchni Ziemi. Choć instrumenty pomiarowe pokazują, że obracasz się wokół własnej osi we wszystkich kierunkach, to góra i dół nie mają tutaj żadnego znaczenia. Godzina po godzinie nadal wpadasz w planetę, obserwując wciąż rosnącą temperaturę.

Po 12 godzinach zanurkowałeś już na ponad 4200 kilometrów w głąb Jowisza. Gaz na tej wysokości wydaje się wrzeć. Otaczające cię odgłosy przypominają bulgotanie gotującej się wody, a przyrządy pokazują temperaturę ponad 3700°C. W takich warunkach wyparowałby nawet wolfram, metal o najwyższej znanej nam temperaturze topnienia. Za to całkowita ciemność przed twoimi oczami ustępuje miejsca migotaniu. To tak, jakbyś pędził w kierunku blasku, który, tląc się w dali poniżej, próbuje wskazać ci drogę. Ale to złudna nadzieja. W rzeczywistości to zagęszczona atmosfera wodorowa wokół ciebie zaczyna się żarzyć – najpierw na czerwono, potem na żółto, a wreszcie na biało.

METALOWY OCEAN

W pewnym momencie zasypiasz – a gdy ponownie otwierasz oczy, okazuje się, że twoje otoczenie się zmieniło. Białe światło wokół lekko pulsuje, jakby samo się poruszało. Skafander melduje głębokość około 15 tysięcy kilometrów – i zmianę stanów kwantowych: pod wpływem temperatury wynoszącej ok. 7000°C i ciśnienia znacznie przekraczającego milion atmosfer swobodne jądra wodoru (tylko pojedyncze protony) tworzą dziwną gazowo-ciekłą hybrydę z uwolnionymi elektronami. Ów fenomen nazywany przez naukowców „płynem nadkrytycznym" charakteryzuje się tym, że jego stan skupienia nie jest rozpoznawalny. W rzeczywistości we wnętrzu Jowisza jest zbyt gorąco, aby wodór mógł występować jako ciecz, a jednocześnie ciśnienie jest tak wysokie, że cząsteczki wodoru tracą elektrony. Ten stan, gdy elektrony i jądra poruszają się swobodnie, znamy jako plazmę – substancję, z której składają się np. błyskawice. Ale ponieważ hybryda wodorowa wokół ciebie przypomina raczej ciekły metal niż plazmę, naukowcy nazywają ją „metalicznym wodorem".



TAJEMNICZY KRĄG OTACZAJĄCY JOWISZA
W przeciwieństwie do Saturna Jowisz nie posiada pierścienia? Nieprawda! W rzeczywistości ma nie jeden, a cztery pierścienie. Nie widzimy ich, ponieważ tworzące je cząstki mają rozmiar zaledwie kilku mikrometrów i prawie nie odbijają światła.

„Tak naprawdę nadal nie wiemy, czy w środku Jowisza znajduje się stałe jądro. Jeśli tak, to mówi nam to coś o tym, kiedy i gdzie Jowisz uformował się w Układzie Słonecznym"

dr SCOTT BOLTON,
astrofizyk z Southwest Research Institute w Teksasie

TAM COŚ JEST!

Masz mnóstwo czasu, by nad tym rozmyślać. Choć znajdujesz się obecnie 20 tysięcy kilometrów poniżej morza chmur, pokonałeś dopiero jedną trzecią odległości do centrum. Ciśnienie wynosi tu dwa miliony atmosfer, temperatura przekracza 10 000°C. Wyłączasz oświetlenie na hełmie. Ponieważ metaliczny wodór mocno odbija światło, jest ono bezużyteczne.

Po wielu kolejnych dniach spadania przez ten dziwny ocean ciekłego metalu rozpoczyna się ostatni etap twojej podróży. Przemierzyłeś 80% promienia Jowisza, gdy czujniki skafandra zgłaszają coś dziwnego. Pod tobą ma się rzekomo rozpościerać stały grunt – mimo że znajdujesz się wewnątrz gazowego olbrzyma! Wkrótce potem lądujesz na jądrze Jowisza, które jest 25 razy masywniejsze od całej Ziemi. Jego skład jest nie mniej tajemniczy niż oceanu nad tobą. Podczas gdy niektóre pomiary wskazują na skały, inne sugerują swego rodzaju egzotyczny lód, który mógł powstać pomimo piekielnego otoczenia o ciśnieniu 25 milionów atmosfer. Ta zagadka pozostanie niewyjaśniona. Nawet gdybyś był w stanie zgłębić naturę tego miejsca, twoja wiedza nigdy nie ujrzałaby światła dziennego. Za sprawą swojej ogromnej masy Jowisz nigdy nie wypuści tego, co kiedykolwiek w sobie zamknął. To koniec podróży. ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA: NASA (5); SPL/East News; Shutterstock arch.

eprasa.pl 9f201e92a9

JOWISZ



SÓL NA EUROPIE?
Ocean jednego z księżyców Jowisza, Europy, może zawierać sól i tym samym być bardziej podobny do naszych mórz, niż dotychczas sądziliśmy.

Czy na którymś księżycu **jest życie?**

Jak dotąd nie znaleziono śladów życia na którymkolwiek naturalnym satelicie w Układzie Słonecznym (ani żadnym innym). Ale pod lodową skorupą księżyca Jowisza, Europy, naukowcy podejrzewają obecność oceanu ciekłej wody, który może być domem dla organizmów. Zdjęcia teleskopowe wykazały występowanie atomów wodoru i tlenu nad południowym biegunem tego ciała niebieskiego. Przypuszcza się, że pochodzą one z wysokich na 200 kilometrów pióropuszy pary wodnej, okresowo wyrzucanych z lodowej skorupy Europy. Te gejzery mają być zbadane przez sondę w 2030 roku.

Ile naturalnych satelitów ma Jowisz?

Międzynarodowa Unia Astronomiczna uznaje 101 księżyców tego gazowego olbrzyma, co do niedawna czyniło z niego rekordzistę. Jednak po najnowszych odkryciach naturalnych satelitów Saturna to on powraca na tron – posiada ich aż 285! Mimo to Jowisz, biorąc pod uwagę jego wielkość, masę oraz wiek, i tak jest niekwestionowanym liderem Układu Słonecznego. Ponadto to wokół niego krąży najmasywniejszy ze wszystkich księżyców w naszym Układzie: mający ok. 5200 km średnicy Ganimedes jest większy nawet od Merkurego. Jednocześnie to jedyny naturalny satelita z własnym polem magnetycznym.

Kto nadał nazwy **księżycom galileuszowym?**

Gdy 7 stycznia 1610 roku Galileusz skierował pierwszą w historii astronomii lunetę na Jowisza, w jego pobliżu zauważył trzy małe punkty, a kilka dni później także czwarty. Ich położenie zmieniało się każdej nocy – odkrycie księżyców krążących wokół innej planety umocniło go w przekonaniu, że to nie Ziemia, lecz Słońce znajduje się w centrum naszego Układu. Choć określenie „księżyce galileuszowe" upamiętnia osiągnięcie Włocha, to swoje obecne nazwy Io, Europa, Ganimedes oraz Kallisto zawdzięczają niemieckiemu astronomowi Simonowi Mariusowi, który zauważył je w tym samym czasie i niezależnie od Galileusza.

Gdzie występuje najwięcej erupcji **wulkanów?**

Księżyc Jowisza Io wykazuje się największą aktywnością wulkaniczną w Układzie Słonecznym. W szczególnie niespokojnych fazach wybucha tu jednocześnie nawet kilkanaście wulkanów. Io znajduje się pod wpływem trzech sił przyciągania jednocześnie: Jowisza oraz dwóch jego satelitów – Ganimedesa i Europy. Dlatego to właśnie tam doszło do największej zarejestrowanej erupcji w Układzie Słonecznym. Sonda Juno 27 grudnia 2024 roku odnotowała erupcje, które uwolniły energię szacowaną na 140–260 terawatów (1 TW to bilion watów).



ZDJĘCIA: NASA; Mark Garlick/SPL/Getty Images; Shutterstock arch.
KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN

eprasa.pl 9f201e92a9



POD CIĄGŁYM **OSTRZAŁEM**

Dzięki atmosferze i polu magnetycznemu Ziemi dzienna dawka promieniowania kosmicznego, która przenika nasze ciała, jest raczej niska i wynosi 0,0011 milisiwerta (mSv). Dla porównania: na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) jest to 0,438 mSv na dzień, a podczas dalszych misji nawet 1200 razy więcej niż na naszej planecie. W ujęciu czysto matematycznym trwająca średnio sześć miesięcy misja na ISS zwiększa ryzyko zachorowania na raka o 2%.

eprasa.pl 9f201e92a9



PROGRAM ARTEMIS

NA ILE NIEBEZPIECZNA DLA ZDROWIA JEST PODRÓŻ KOSMICZNA?

Od dziesięcioleci naukowcy marzą o załogowej misji na Marsa. Z technicznego punktu widzenia podróż na sąsiednią planetę byłaby możliwa już dziś – gdyby nie najsłabsze ogniwo tego przedsięwzięcia: człowiek. Kilka projektów NASA poświęcono zatem zbadaniu, na co narażony jest ludzki organizm podczas długotrwałych pobytów w kosmosie oraz jak najlepiej chronić zdrowie i życie astronautów...

eprasa.pl 9f201e92a9

CO SIĘ DZIEJE Z ORGANIZMEM PODCZAS MISJI KOSMICZNYCH?

W marcu 2015 roku amerykański astronauta Scott Kelly (po prawej) wyruszył w wyjątkową podróż badawczą – wyjątkową, gdyż to on był obiektem badań. Przez 340 dni pobytu na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej sprawdzał na sobie, jak miesiące spędzone w niegościnnym środowisku wpływają na ludzkie zdrowie. Najciekawsze było to, że w tym samym czasie jego brat bliźniak Mark (po lewej), który pozostał na Ziemi, poddał się identycznym testom, dostarczając w ten sposób bezcennych danych porównawczych. Okazało się, iż pewne zmiany zaszły jedynie u Scotta, a część z nich utrzymała się jeszcze długo po jego powrocie na Ziemię...



RYZYKO UDARU

Już po kilku minutach w stanie nieważkości płyny ustrojowe przemieszczają się do górnej części ciała. Twarz i żyły szyjne nabrzmiewają, co zwiększa ryzyko udaru mózgu.

GORSZY WZROK

Jeden z problemów obserwowanych u Scotta Kelly'ego i innych astronautów dotyczy narządu wzroku: gałki oczne kurczą się, nerw wzrokowy ulega pogrubieniu, występują zaburzenia widzenia – czasami trwałe. Dotykają one przede wszystkim mężczyzn po 50. roku życia. Przyczyna tego zjawiska nie została jeszcze wyjaśniona, ale podejrzewa się, że winowajcą jest rosnące w przestrzeni kosmicznej ciśnienie mózgowe.

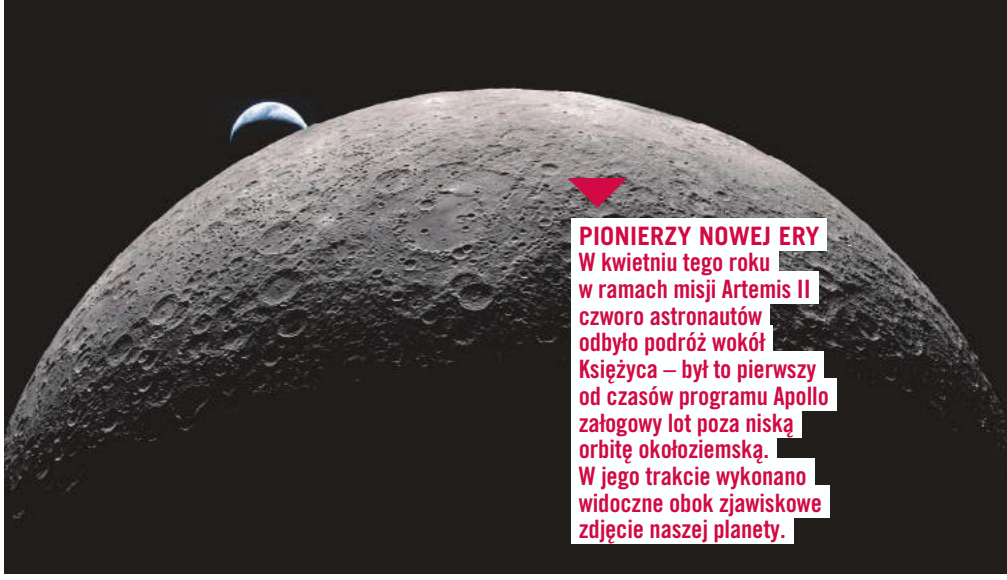
5 cm DODATKOWE WZROSTU

W trakcie swojego długiego pobytu w kosmosie Scott stracił w sumie 7% masy ciała. Paradoksalnie w tym samym czasie urósł o 5 cm, ponieważ kręgosłup rozciągnął się wskutek braku grawitacji. Efekt ten był jednak krótkotrwały – na Ziemi Amerykanin powrócił do swojego normalnego wzrostu.

6 MIESIĘCY REGENERACJI

Po powrocie Kelly wykazywał zwiększony poziom stresu i stanów zapalnych, a w testach kognitywnych wypadał znacznie gorzej niż wcześniej. Dopiero po pół roku astronauta odzyskał swoją pełną sprawność umysłową. Badacze stwierdzili ponadto zmiany w aktywności genów. Szczególnie dotyczyło to komórek odpowiedzialnych za obronę immunologiczną i naprawę uszkodzeń DNA. Ponad 90% tych zmian cofnęło się na Ziemi.

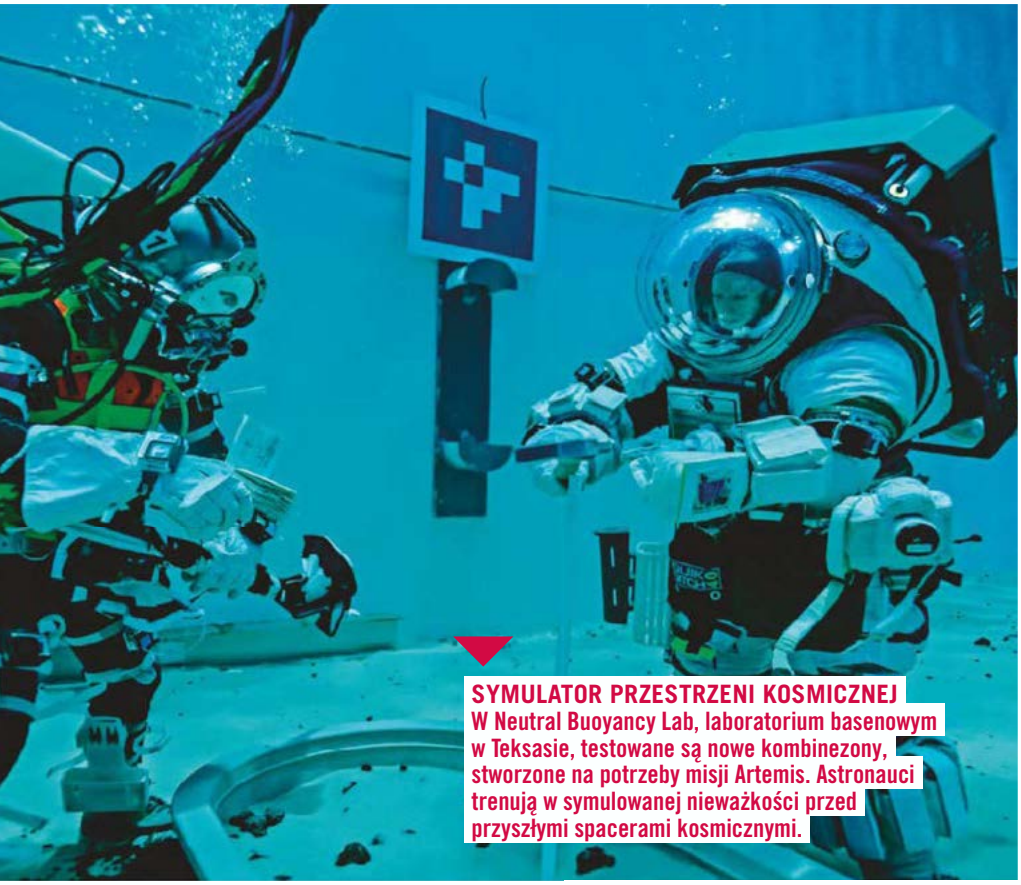
eprasa.pl 9f201e92a9



PIONIERZY NOWEJ ERY
W kwietniu tego roku w ramach misji Artemis II czworo astronautów odbyło podróż wokół Księżyca – był to pierwszy od czasów programu Apollo załogowy lot poza niską orbitę okołoziemską. W jego trakcie wykonano widoczne obok zjawiskowe zdjęcie naszej planety.

wadzieścia cztery. Tyle osób przekroczyło tzw. Pas Van Allena podczas misji Apollo. To strefa wypełniona wysokoenergetycznymi cząstkami sięgająca do wysokości ok. 60 tysięcy kilometrów ponad powierzchnię Ziemi. Po jej minięciu nie pozostaje prawie nic, co chroniłoby ciało ludzkie przed promieniowaniem kosmicznym, które nieustannie przemierza przestrzeń i w dużych dawkach zwiększa ryzyko zachorowania na raka. Jest to jeden z powodów, dla których przez ponad 50 lat w tę groźną dla życia strefę zapuszczały się tylko bezzałogowe sondy. Ale niedawno się to zmieniło.

NASA ponownie wysłała statek kosmiczny na orbitę Księżyca w listopadzie 2022 roku. Misja o nazwie Artemis I była próbą generalną przed planowaną na 2028 rok pierwszą załogową wyprawą na Srebrny Glob od czasów Apollo 17. To dlatego przed czterema laty na pokładzie Oriona znalazły się dwie pasażerki. Jednak Helga i Zohar nie były astronautkami, lecz naszpikowanymi najnowszą technologią manekinami – „człekokształtnymi" obiektami pomiarowymi, z których tylko jedną ubrano w kamizelkę chroniącą przed promieniowaniem. Ich odwzorowujące ludzkie organy i kości komponenty wyposażono w ponad 5600 czujników, co pozwoliło zmierzyć z nieosiągalną dotąd precyzją narażenie astronautów na promieniowanie kosmiczne w trakcie lotu na Księżyc. Okazało się, że misja Artemis I była bezpieczna pod względem narażenia na promieniowanie. Całkowita zarejestrowana dawka wyniosła od 26,7 do 35,4 mSv, a więc pozostawała poniżej obowiązującego limitu 600 mSv na cały pobyt astronauty w przestrzeni kosmicznej. Dzięki tym wynikom czteroosobowa załoga lotu Artemis II mogła wiosną tego roku czuć się skutecznie chroniona przez osłony statku Orion.

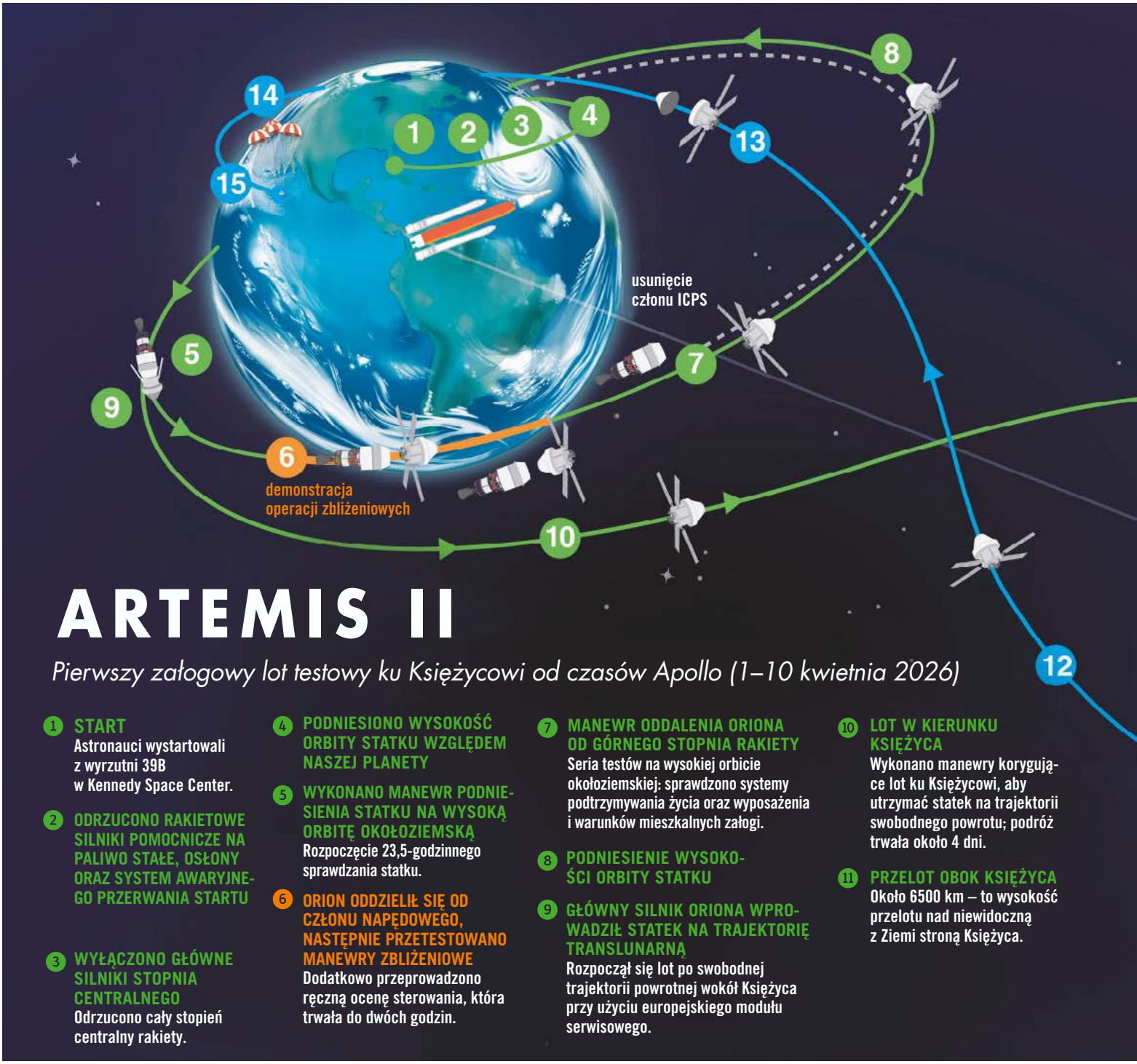


SYMULATOR PRZESTRZENI KOSMICZNEJ
W Neutral Buoyancy Lab, laboratorium basenowym w Teksasie, testowane są nowe kombinezony, stworzone na potrzeby misji Artemis. Astronauci trenują w symulowanej nieważkości przed przyszłymi spacerami kosmicznymi.

DLACZEGO ASTRONAUCI MAJĄ STALE GORĄCZKĘ?

Jeszcze przed Artemis I NASA przeprowadziła szereg badań, które dotyczyły wpływu długotrwałych misji między gwiazdami na organizm człowieka. Nie zawsze jako obiekty analiz wykorzystywano manekiny, ponieważ niekiedy ludzie sami zgłaszali się do eksperymentów – najlepszym przykładem jest Scott Kelly. W latach 2015–2016 spędził on nieprzerwanie 340 dni w przestrzeni kosmicznej, podczas gdy jego brat, jednojajowy bliźniak Mark, również astronauta, pozostawał na Ziemi. Porównanie ich danych fizjologicznych potwierdziło pewne teorie i jednocześnie przyniosło nowe ważne odkrycia. >

eprasa.pl 9f201e92a9



ARTEMIS II

Pierwszy załogowy lot testowy ku Księżycowi od czasów Apollo (1–10 kwietnia 2026)

1 START
Astronauci wystartowali z wyrzutni 39B w Kennedy Space Center.

2 ODRZUCONO RAKIETOWE SILNIKI POMOCNICZE NA PALIWO STAŁE, OSŁONY ORAZ SYSTEM AWARYJNEGO PRZERWANIA STARTU

3 WYŁĄCZONO GŁÓWNE SILNIKI STOPNIA CENTRALNEGO
Odrzucono cały stopień centralny rakiety.

4 PODNIESIONO WYSOKOŚĆ ORBITY STATKU WZGLĘDEM NASZEJ PLANETY

5 WYKONANO MANEWR PODNIESIENIA STATKU NA WYSOKĄ ORBITĘ OKOŁOZIEMSKĄ
Rozpoczęcie 23,5-godzinnego sprawdzania statku.

6 ORION ODDZIELIŁ SIĘ OD CZŁONU NAPĘDOWEGO, NASTĘPNIE PRZETESTOWANO MANEWRY ZBLIŻENIOWE
Dodatkowo przeprowadzono ręczną ocenę sterowania, która trwała do dwóch godzin.

7 MANEWR ODDALENIA ORIONA OD GÓRNEGO STOPNIA RAKIETY
Seria testów na wysokiej orbicie okołoziemskiej: sprawdzono systemy podtrzymywania życia oraz wyposażenia i warunków mieszkalnych załogi.

8 PODNIESIENIE WYSOKOŚCI ORBITY STATKU

9 GŁÓWNY SILNIK ORIONA WPROWADZIŁ STATEK NA TRAJEKTORIĘ TRANSLUNARNĄ
Rozpoczął się lot po swobodnej trajektorii powrotnej wokół Księżyca przy użyciu europejskiego modułu serwisowego.

10 LOT W KIERUNKU KSIĘŻYCA
Wykonano manewry korygujące lot ku Księżycowi, aby utrzymać statek na trajektorii swobodnego powrotu; podróż trwała około 4 dni.

11 PRZELOT OBOK KSIĘŻYCA
Około 6500 km – to wysokość przelotu nad niewidoczną z Ziemi stroną Księżyca.

Oprócz promieniowania przede wszystkim nieważkość wywiera szereg skutków na nasze ciało, ponieważ tam, gdzie nie ma ziemskiej grawitacji, płyny w organizmie przemieszczają się w kierunku głowy, co prowadzi do zmian w naczyniach krwionośnych. Nieprzyjemne efekty uboczne obejmują m.in. spadek ciśnienia krwi, bóle głowy, kołatanie serca, pocenie się i zmęczenie. Ponadto temperatura ciała wzrasta do 38°C, a w trakcie aktywności fizycznej może przekroczyć 40°C!

Nawet jeśli ciało człowieka z czasem przystosowuje się do nowych warunków, brak grawitacji ma konsekwencje, które przypominają przyspieszony proces starzenia się: następuje utrata masy mięśniowej i kostnej, pojawiają się zaburzenia widzenia, osłabia się układ krążenia i system odpornościowy. – *Po powrocie czułem się jak staruszek* – mówi Kelly. – *Bolały mnie opuchnięte nogi, odczuwałem mdłości i pieczenie skóry*. W tej sytuacji zaskakuje, co stało się z telomerami Kelly'ego, ponieważ te ochronne „czapeczki" chromosomów, które zwykle kurczą się wraz ze stresem i wiekiem, w trakcie jego pobytu w przestrzeni kosmicznej urosły! Jednak na Ziemi ich długość ponownie się zmniejszyła: niektóre z nich były krótsze niż przed wylotem. Dlaczego? To niestety do dziś pozostaje niejasne...

STACJA DOCELOWA: MARS

To badanie doskonale pokazuje, że nadal dokładnie nie rozumiemy, co

eprasa.pl 9f201e92a9





POWRÓT NA KSIĘŻYC
Artemis IV przewiduje na 2028 rok pierwszą załogową misję księżycową od czasu Apollo 17 (czyli 1972 roku). W drugiej połowie lat 30. Amerykanie mają zagościć na Srebrnym Globie na stałe.



SILNE PROMIENIOWANIE
Na Księżycu promieniowanie wynosi 1,3 milisiwerta dziennie – 1200 razy więcej niż na Ziemi. Z punktu widzenia przyjętej dawki promieniowania dwumiesięczny pobyt na naszym naturalnym satelicie równa się sześciu miesiącom na ISS.



OSŁONA ZE SKAŁ KSIĘŻYCOWYCH
Aby zmniejszyć ryzyko zachorowania na raka i inne schorzenia, naukowcy proponują pokrycie bazy Artemis Base Camp (widok z góry) 80-centymetrową warstwą skały księżycowej.

dzieje się z ludzkim organizmem w kosmosie – i że wciąż wiele problemów pozostaje nierozwiązanych. Nie przeszkadza to jednak NASA w planowaniu nowych misji załogowych poza ochronnym polem magnetycznym naszej planety. I nie chodzi tu tylko o długotrwałe pobyty w przestrzeni międzyplanetarnej. Na przykład w ramach programu Artemis w ciągu najbliższej dekady ma zostać utworzona stała baza w pobliżu południowego bieguna Księżyca. W celu ochrony stacjonujących tam astronautów przed promieniowaniem, które na Srebrnym Globie jest 1200 razy wyższe niż na Ziemi, naukowcy już teraz poszukują idealnego materiału budowlanego na przyszłą osadę. Najbardziej obiecującym kandydatem wydaje się jak na razie... skała księżycowa. Ostatecznie program Artemis oraz badania NASA nad wpływem długotrwałych pobytów w kosmosie na ludzki organizm służą jedynie przygotowaniu do kolejnego wielkiego celu: pionierskiej misji załogowej na Czerwoną Planetę w latach 30. obecnego wieku. Nawet jeśli narażenie na promieniowanie podczas samego lotu wynosiłoby od dwóch do trzech milisiwertów dziennie, Scott Kelly uważa, że taka podróż jest możliwa. – *Moglibyśmy już teraz polecieć na Marsa, gdybyśmy mieli pieniądze i wsparcie polityczne* – mówi 62-letni astronauta, dodając z uśmiechem: – *Myślę, że o wiele łatwiej jest przyzwyczaić się do życia w kosmosie niż do tego na Ziemi.* ■

ZDJĘCIA: NASA (6); mat. pras.; domena publ.

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN

eprasa.pl 9f201e92a9

ICEYE

POLSKIE OKO NA ŚWIAT



Rekordowo małe satelity, najszybciej wdrożony system dla wojska i globalne kontrakty – ICEYE podbija kosmos w imponującym tempie. Na czele firmy stoi 37-letni Polak, który z pasji do gwiazd zbudował technologicznego giganta.

Małe, niepozorne satelity mogą dziś oceniać uszkodzenia budynków po trzęsieniu ziemi, pomagać w planowaniu nawożenia pól, wykrywać nielegalny ruch statków czy obserwować manewry wojsk. Obecnie każdy kraj boryka się z problemami, które można rozwiązać za pomocą konstelacji satelitów – i coraz więcej państw sięga po rozwiązania projektowane właśnie nad Wisłą. Jak polsko-fińskiej firmie ICEYE udało się zyskać globalny zasięg i stać prawdziwym liderem technologii SAR, sprzedającym usługi na całym świecie?

eprasa.pl 9f201e92a9

MAŁY RADAR, WIELKIE MOŻLIWOŚCI

Zacznijmy od tego, czym właściwie jest SAR. ICEYE specjalizuje się bowiem w budowie i eksploatacji satelitów wykorzystujących radar z syntetyczną aperturą (ang. SAR, Synthetic Aperture Radar). Jak one działają? Zwykłe satelity obserwacyjne są niczym aparaty fotograficzne – rejestrują światło słoneczne odbite od Ziemi, więc potrzebują dnia i dobrej pogody. Satelity SAR same wysyłają sygnał radiowy i mierzą jego echo, dlatego widzą także w nocy oraz przez chmury czy deszcz. Zamiast kolorów analizują to, jak silnie różne obiekty odbijają fale radiowe, co pozwala rozróżniać wodę, budynki, lasy czy metalowe konstrukcje. Dzięki temu, że podczas lotu zbierają wiele sygnałów i łączą je komputerowo, uzyskują bardzo szczegółowy obraz mimo niewielkiej anteny.

Powstała w 2014 roku firma ICEYE koncentruje się na rozwijaniu właśnie takich systemów obserwacji Ziemi, zdolnych do pracy niezależnie od warunków pogodowych czy pory dnia. Może trudno w to uwierzyć, ale wszystko zaczęło się od fascynacji kosmosem i... gameboya! Założyciel ICEYE, pochodzący z Katowic Rafał Modrzewski, odwiedził od tego czasu między innymi okładkę polskiego wydania magazynu „Forbes", a wartość jego przedsiębiorstwa szacowana jest na 10 miliardów euro. Choć, jak sam mówi, robienie biznesu nigdy nie było dla niego celem samym w sobie.



„Byliśmy grupą ludzi, którzy chcieli robić coś trudnego, czego nikt wcześniej nie zrobił, a w kosmosie wyzwań inżynierskich akurat nie brakuje"

RAFAŁ MODRZEWSKI, szef ICEYE

PRZEZ WYZWANIA DO GWIAZD

– *Kosmos i firma pojawiły się w moim życiu trochę przez przypadek, głównie przez studia, chociaż od najmłodszych lat było we mnie jakieś zainteresowanie kosmosem* – mówi Rafał Modrzewski w wywiadzie udzielonym naszemu magazynowi. – *Sprzedałem nawet gameboya, żeby kupić teleskop. Podczas studiów na Politechnice Warszawskiej wyjechałem na Erasmusa do Finlandii i tam trafiłem na program uniwersytecki, w którym studenci budowali satelity. Wsiąkłem w to całkowicie i z Erasmusa zrobiły się kolejne lata pracy nad projektem, a potem pomysł na firmę. Byliśmy grupą ludzi, którzy chcieli robić coś trudnego, czego nikt wcześniej nie zrobił, a w kosmosie wyzwań inżynierskich akurat nie brakuje*.

Już 12 stycznia 2018 roku na orbitę wystrzelono rekordowo lekkiego satelitę SAR o masie zaledwie 70 kilogramów! Był to model testowy, który dowiódł, że da się precyzyjnie obserwować powierzchnię Ziemi bez ograniczeń związanych z porą dnia czy zachmurzeniem, a do tego stosunkowo niewielkim kosztem.

Na początku ICEYE skupiała się na monitorowaniu pokrywy lodu na Oceanie Arktycznym (stąd zresztą wzięła się nazwa firmy), ale szybko okazało się, że zainteresowanie podobnymi usługami jest bardzo duże – i stale rośnie. >

JAK DZIAŁA SAR

SAR to radary o syntetycznej aperturze. W prostych słowach oznacza to, że zamiast ogromnej anteny pozwalającej na wykonywanie szczegółowych zdjęć powierzchni Ziemi mamy niewielką antenę umieszczoną na ruchomym nośniku – satelicie. Podczas przelotu wykonywana jest cała sekwencja fotografii, które następnie łączone są w większą całość (poniżej ujęcie portu w Singapurze). Dzięki temu satelity ICEYE mogą być takie małe!



REKORDOWY PROJEKT DLA POLSKIEJ ARMII

– To są lata pracy całego zespołu, wiele mniejszych przełomów, jak opracowanie radaru, pierwszy satelita na orbicie, pierwsza komercyjna usługa, pierwsi duzi klienci, kontrakty rządowe, nowe produkty i usługi. Każdy z tych kroków po kolei budował to, czym ICEYE jest dzisiaj, i to wciąż ewoluuje – rozwijamy się dalej – tłumaczy Rafał Modrzewski. *– Poprzedni rok był dla nas absolutnie rekordowy, zarówno pod względem finansowym, jak i rozwojowym. Rośniemy, otwieramy biura na całym globie, rozwijamy konstelację, która jest największą tego typu na świecie*.

W 2025 roku ICEYE podpisała kontrakt, w ramach którego na orbitę trafiły satelity monitorujące dla polskiego wojska. Przekazanie systemu rozpoznania satelitarnego MikroSAR, zdolnego stale obserwować terytorium kraju w rozdzielczości do 25 centymetrów, odbyło się 15 maja tego roku.

Wyobraźmy sobie sytuację, w której do wschodniej granicy naszego kraju zbliża się zakamuflowany konwój pojazdów. Przy pomocy sześciu satelitów można obserwować przemieszczanie się potencjalnych adwersarzy, porównując obrazy z kolejnych przelotów. Maskowanie, jazda w nocy czy pod osłoną chmur niczego tu nie zmieni. Systemy automatycznego wykrywania mogą nie tylko odnotować taki ruch, ale również wstępnie zidentyfikować zagrożenie.

Polska armia otrzymała w ten sposób suwerenną zdolność rozpoznania satelitarnego. „Zyskujemy dostęp do kluczowych danych w sytuacjach, które wymagają natychmiastowego działania – to realne wsparcie dla wojsk operacyjnych i całego systemu bezpieczeństwa państwa" – komentował na platformie X szef Ministerstwa Obrony Narodowej Władysław Kosiniak-Kamysz.

Zadziwiające jest tempo, w jakim zamówienie MON zostało zrealizowane: wystarczyło zaledwie 10 miesięcy, by wdrożyć system do działania. To dotychczas najszybciej uruchomiony system satelitarny na świecie!

SATELITY NA WOJNIE

Oczywiście Polska nie jest jedynym krajem, który korzysta z usług ICEYE. Od 2022 roku satelity firmy wspierają Ukrainę w walce z agresorem, a od 19 stycznia 2026 roku umowa została rozszerzona, umożliwiając dostarczenie Ministerstwu Obrony Ukrainy jeszcze precyzyjniejszych danych. Dzięki nim Kijów może obserwować zmiany na swoim terytorium na podstawie zdjęć radarowych z dokładnością do 16 centymetrów i – co bardzo istotne – niezależnie od pory dnia i pogody.

– Coraz więcej państw chce mieć własne, suwerenne zdolności satelitarne, i to szybko. Rozwiązania ICEYE pozwalają takie zdolności zbudować w dobrym tempie i na najwyższym poziomie, bez prowadzenia wieloletnich, kosztownych programów kosmicznych, jak to bywało kiedyś – wyjaśnia Rafał Modrzewski. *– Klient, który jeszcze niedawno musiałby planować np. na dekadę, dziś może mieć swojego satelitę SAR na orbicie w czasie liczonym w miesiącach*.

SAR PRAWDĘ CI POWIE

Satelity SAR mogą być wykorzystywane nie tylko do celów militarnych. Dzięki nim można na przykład... wypłacić odszkodowanie. Tak stało się w Japonii, gdzie klienci firmy ubezpieczeniowej dostali



NA CELOWNIKU ROSJI

Moskwa nie lekceważy wsparcia, jakie ICEYE zapewnia Ukrainie. Między 14 i 20 maja 2026 roku kilka rosyjskich satelitów Kosmos wykonało manewr dopasowania płaszczyzny orbitalnej do tej zajmowanej przez ICEYE-X36. Zdaniem specjalistów może to być przygotowanie do inspekcji czy nawet ataku. Jak pisał emerytowany oficer wywiadu kosmicznego Sił Powietrznych USA, już sama zdolność rosyjskich satelitów do takich manewrów budzi obawy.

ZDJĘCIA: Iceye (10); domena publ. (2)



BŁYSKAWICZNY ZWIAD

Wprowadzona niedawno technologia ISR Cell pozwala na uzyskiwanie precyzyjnych danych satelitarnych w dowolnym miejscu na Ziemi. To w zasadzie centrum dowodzenia zamknięte w formie kontenera, które może dostarczać jednostkom zbrojnym krytycznych informacji w ciągu zaledwie paru minut, bezpośrednio w obszarze trwających manewrów.



świadczenia po powodzi na podstawie ujęć satelitarnych ukazujących poziom wody. – *Zdarzało się, że ludzie otrzymywali środki, zanim w ogóle zdążyli złożyć wniosek* – mówi Rafał Modrzewski.

Sposobów na wykorzystanie danych SAR jest naprawdę dużo. Dziś ICEYE koncentruje się głównie na bezpieczeństwie, zarówno w kontekście rozpoznania czy wywiadu, jak i zarządzania kryzysowego oraz reagowania na różne wydarzenia nadzwyczajne. Po wystąpieniu kataklizmu ujęcia radarowe pozwalają na błyskawiczną ocenę sytuacji z góry: uszkodzeń budynków po trzęsieniach ziemi, obszaru dotkniętego pożarem czy właśnie poziomu wody podczas powodzi. Te informacje trafiają do służb ratowniczych oraz sztabów zarządzania kryzysowego znacznie szybciej i obejmują zdecydowanie większy teren niż w przypadku np. przelotów dronem.

Ale to nie wszystko: w rolnictwie dane pozyskiwane przez satelity ICEYE służą do oceny stanu roślinności, co z kolei daje podstawę do decyzji dotyczących nawożenia, analizy skutków suszy czy prognoz wysokości plonów.

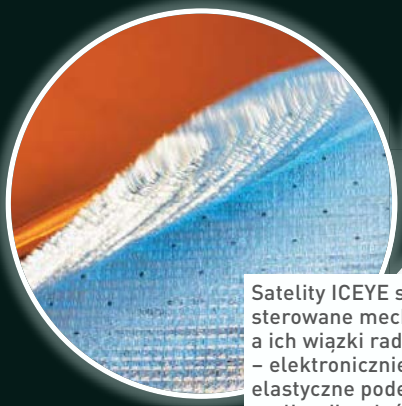
Technologia ICEYE może się także przyczyniać do walki z przestępczością, zarówno na lądzie, jak i na morzu. Przy pomocy satelitów SAR można bezustannie obserwować ruchy statków, a nawet automatycznie je identyfikować! Tak wykrywa się tzw. dark vessels, czyli jednostki pływające pod osłoną nocy i ze zdezaktywowanymi transponderami. To szczególnie ważne w rejonach wyłącznych stref ekonomicznych państw nadbrzeżnych, gdzie monitoruje się statki prowadzące kłusownicze połowy lub przemyt. W podobny sposób polsko-fińska firma będzie pomagać w walce z nielegalnym wyrębem lasów deszczowych: zdjęcia radarowe przed i po wycince mogą posłużyć za dowód rabunku.

Ale ICEYE nie powiedziała jeszcze ostatniego słowa. Zapytany o dalsze kierunki rozwoju Rafał Modrzewski enigmatycznie odparł: – *Cały czas pracujemy nad zwiększaniem możliwości naszej konstelacji i nad nowymi rozwiązaniami w różnych obszarach. SAR pozostaje fundamentem tego, co robimy, ale portfolio będzie rosło.* Krążące nad naszymi głowami małe satelity z polsko-fińskim rodowodem jeszcze nieraz nas zaskoczą! ■

TEKST: Michał Procner

GENIALNA PROSTOTA

Z jednej strony satelita to dość proste urządzenie, z drugiej – jego konstrukcja wymaga zastosowania przemyślanych rozwiązań. ICEYE przoduje na tym polu, budując nieskomplikowane satelity, które można w dowolnej chwili dostosować do potrzeb klientów. W ten sposób nie tylko zapewnia wysoką jakość usług, ale również oszczędza środki, co pozwala na oferowanie konkurencyjnych cen.





W każdej chwili można wgrać aktualizacje satelitów ICEYE, dzięki czemu użytkownik nie musi kupować nowych urządzeń.



Satelity ICEYE są sterowane mechanicznie, a ich wiązki radarowe – elektronicznie. To umożliwia elastyczne podejście do realizacji zadań.



Poszycie satelity utrzymuje równowagę termiczną – nie dopuszcza do nadmiernego nagrzewania, a jednocześnie zatrzymuje ciepło wewnątrz konstrukcji.

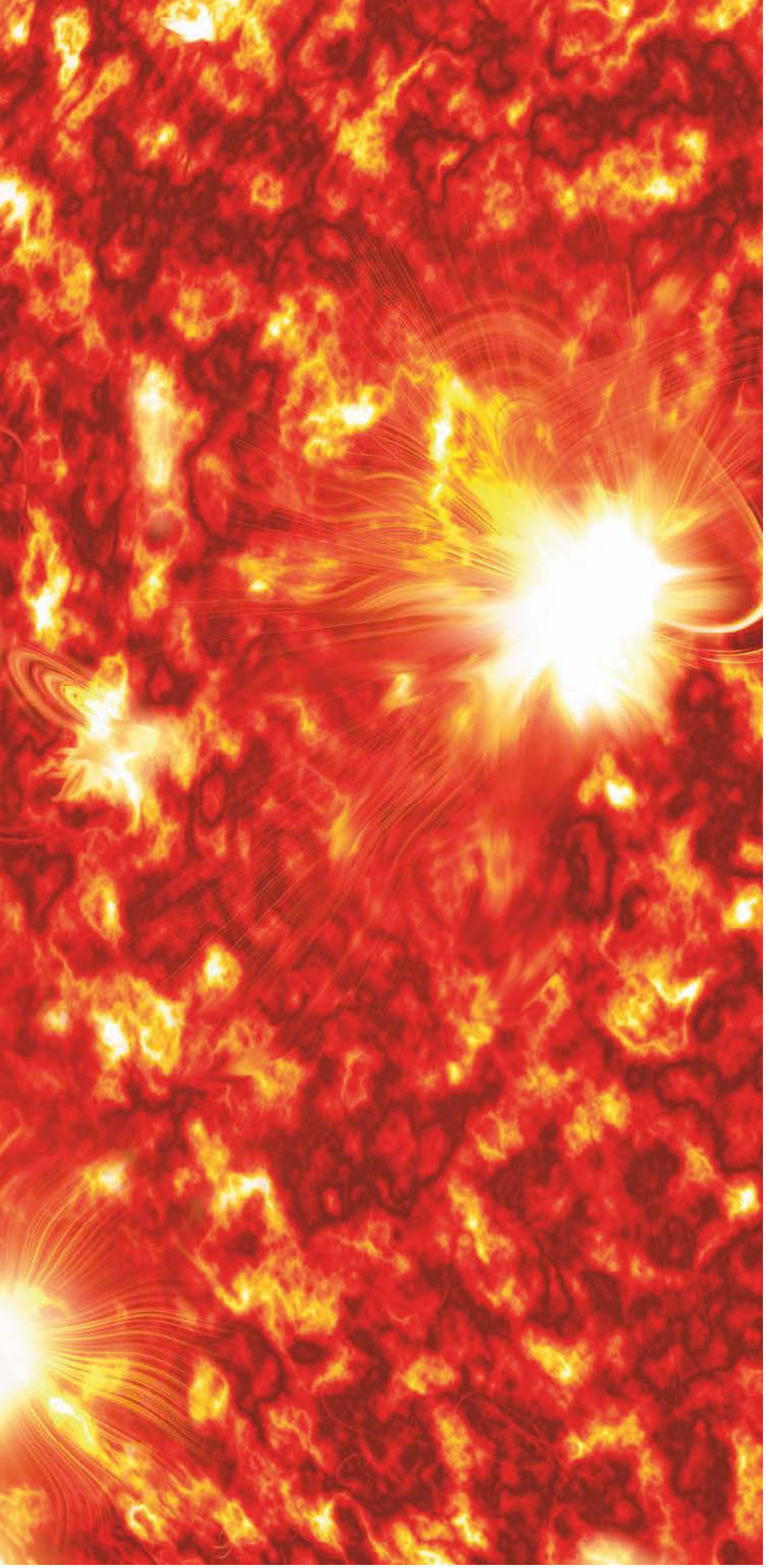
Gwiezdna zagadka Betelgezy

CZY ONA JESZCZE TAM JEST?



Na niebie nad nami rozgrywa się kosmiczna tragedia. Wielka gwiazda umiera – a gdy jej dni się dopełnią, zobaczymy efektowną eksplozję supernowej. Siedzimy sobie spokojnie w pierwszym rzędzie jako widzowie kosmicznego dramatu, jednak konsekwencje takiego wydarzenia mogą być dla Ziemi bardzo poważne...

eprasa.pl 9f201e92a9



opularny prezenter telewizji BBC Patrick Moore powiedział kiedyś, że gdy patrzy nocą na gwiazdę Betelgezę, ogarnia go osobliwe zmartwienie. – *Przyznaję, że od kilku lat pierwszym miejscem, któremu przyglądam się w pogodne zimowe noce, jest gwiazdozbiór Oriona*. Zapytany, dlaczego, odpowiedział, jakby to było oczywiste: – *Ponieważ chcę się upewnić, że nadal tam jest*. Moore często obserwował gigantyczną gwiazdę, która z racji jasności i czerwonej barwy od niepamiętnych czasów należy do najbardziej niezwykłych zjawisk na niebie. I nawet jeśli trudno w to uwierzyć, obawy astronoma, że wielka Betelgeza może nagle zniknąć, wcale nie są bezpodstawne...

CZY POWINNIŚMY SIĘ BAĆ?

Patrick Moore już jako nastolatek konstruował teleskopy i z ich pomocą tworzył tak dokładne mapy Księżyca, że NASA w 1969 roku zaangażowała go do wytyczenia odpowiedniego miejsca na lądowanie misji Apollo 11 – wiedział więc, o czym mówi. Bo choć w porównaniu do nas, ludzi, gwiazdy wydają się żyć wiecznie, Betelgeza jest obecnie kosmiczną staruszką u kresu swoich dni. Jej śmierć będzie ostatnim wielkim występem na scenie wszechświata (patrz: str. 62). Ludzkość zasiądzie w pierwszym rzędzie widowni kosmicznych fajerwerków, odbywających się zaledwie 650 lat świetlnych od nas. >

eprasa.pl 9f201e92a9



Czy powinniśmy się jednak ich bać? Betelgeza jest znakomicie widoczna na firmamencie, co wynika głównie z jej imponującej jasności. Wraz z jeszcze jaśniejszą, ale znacznie młodszą gwiazdą Rigel, tworzy wyraźną oś w gwiazdozbiorze Oriona. Jest 15 tysięcy razy jaśniejsza od Słońca i ma około tysiąca razy większą średnicę. Z masą blisko dwudziestokrotnie przewyższającą naszą macierzystą gwiazdę Betelgeza jest ponadto jedną z przedstawicielek grupy czerwonych nadolbrzymów. Problem polega na tym, że gdy zbliżają się one do końca swojego żywota, to czasami zachowują się... dziwnie. Na przykład Betelgeza, która i tak należy do 10 najjaśniejszych gwiazd na naszym firmamencie, w 2023 roku jeszcze się rozkręciła, świecąc nawet o 50% jaśniej – i to po tym, jak w 2019 roku nagle straciła około 40% swojej jasności. Od początku zjawiska nazywanego przez naukowców Wielkim Zaciemnieniem, które polega na wahaniach jasności gwiazdy, Betelgeza nie jest już taka jak kiedyś. Skróceniu o połowę uległ na przykład pierwotny cykl jej jasności: z 400 dni do 200. Te anomalie oraz wyniki innych pomiarów i obserwacji zwiastują, zdaniem części specjalistów, rychły koniec kosmicznej gigantki.

O tym, że w przypadku Betelgezy supernowa jest naprawdę bliska, świadczy również opublikowane jesienią 2023 roku badanie przeprowadzone przez prof. Hideyuki Saio z Uniwersytetu Tohoku i jego zespół. Korzystając z krzywych blasku, które pokazują pulsację gwiazdy, naukowcy byli w stanie określić co najmniej cztery tzw. okresy pulsacji w przeszłości, co z kolei wskazuje, że Betelgeza spaliła już swoje rezerwy wodoru i helu – a wkrótce zakończy syntezę termojądrową z wykorzystaniem węgla. Nadal będzie zużywać azot, tlen, magnez, krzem oraz siarkę, ponieważ jednak te ostatnie fazy spalania gwiazdy mogą zachodzić bardzo szybko, to naukowcy zakładają, że wkrótce możemy być świadkami przejścia Betelgezy w fazę niestabilną, która doprowadzi do kolapsu grawitacyjnego jądra gwiazdy.

Profesor Saio i jego zespół oszacowali ramy czasowe gwiezdnej eksplozji na parę dekad. Kolaps jądra gwiazd takich jak Betelgeza zachodzi w ciągu około sekundy. Ale faktem jest również, że nikt z nas nie może z całą pewnością stwierdzić, czy Betelgeza wciąż... istnieje – mimo że nadal oglądamy ją na nocnym niebie. Choć jak na warunki galaktyczne znajduje się ona praktycznie na wyciągnięcie ręki, to jej światło potrzebuje około 650 lat, aby dotrzeć do Ziemi.

CZY SUPERNOWA JEST NIEBEZPIECZNA?

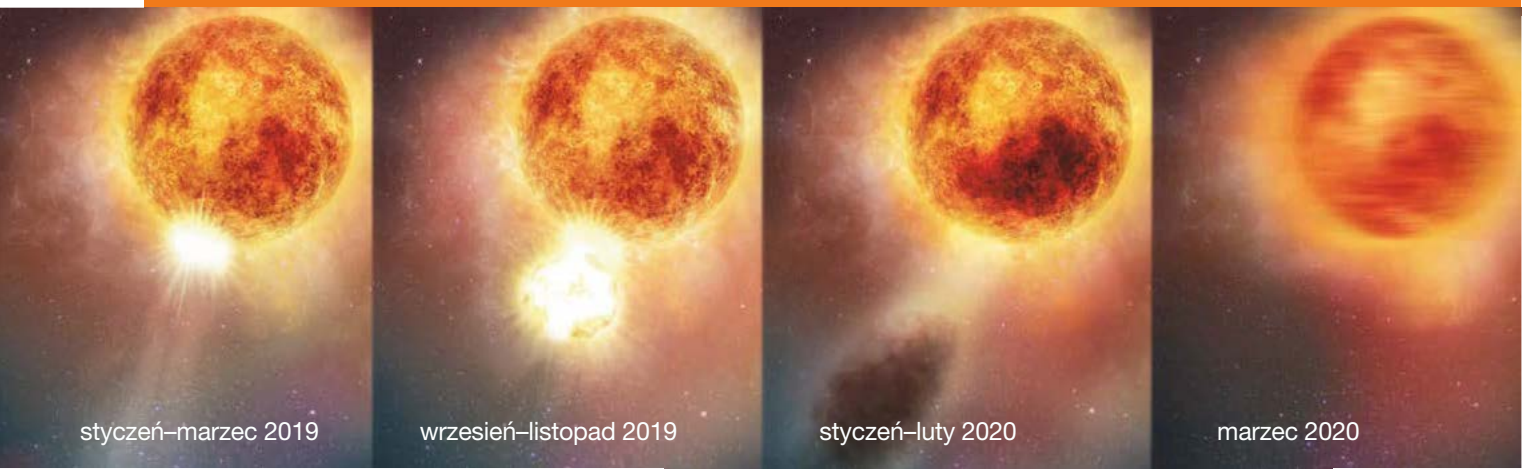
Można powiedzieć, że statystyki też nie wróżą dobrze Betelgezie. Naukowcy obliczyli, że w Galaktyce eksplodują jako supernowe średnio dwie do trzech gwiazd na sto lat, a w Drodze Mlecznej ostatni wielki wybuch gwiazdy został zaobserwowany w 1604 roku...

> „Wybuch supernowej w promieniu kilkudziesięciu lat świetlnych od nas miałby bez wątpienia wyjątkowo nieprzyjemne skutki”
>
> **PATRICK MOORE**
> astronom i prezenter telewizyjny

eprasa.pl 9f201e92a9

///// ZACIEMNIENIE **BETELGEZY** /////

W 2019 roku zarejestrowano, że Betelgeza odrzuciła... część własnej powierzchni. Wyrzut masy był tak duży, że powstała chmura pyłu, która znacząco przesłoniła gwiazdę. Betelgeza pozbyła się wówczas około 400 miliardów razy więcej materii niż Słońce w trakcie koronalnego wyrzutu masy, który z kolei jest wystarczająco silny, aby wywoływać zorze polarne i uszkadzać satelity. Naukowcy mogli zaobserwować to zjawisko po raz pierwszy „na żywo", a tym samym zebrać więcej informacji na temat gigantycznych gwiazd.



W wyniku eksplozji Betelgeza uwolni tyle energii, ile Słońce przez 10 miliardów lat – czyli całe swoje życie. A nasza najjaśniejsza gwiazda pod tym względem nie należy przecież do najmniejszych: jest ognistą kulą o temperaturze wnętrza 15 milionów stopni Celsjusza, która w swej objętości mogłaby pomieścić Ziemię 1,3 miliona razy. Nic więc dziwnego, że w obliczu zbliżającej się wybuchowej śmierci gwiazdy w naszym bezpośrednim sąsiedztwie dyskutuje się o tym, czy może ona być groźna dla Ziemi. Odpowiedź brzmi: tak. I nie...

Definicja dokładnego „niebezpieczeństwa supernowej" została nakreślona dopiero w badaniu z kwietnia 2023 roku. Naukowcy z Uniwersytetu Illinois, korzystając z należącego do NASA teleskopu rentgenowskiego Chandra, odkryli, że dla żywej planety, jaką jest przecież Ziemia, supernowa niesie trzy rodzaje zagrożenia. Po pierwsze: eksplozja uwolniłaby ogromne ilości promieniowania gamma. Jest ono niebezpieczne dla ludzi oraz wszystkich organizmów, ponieważ powoduje jonizację atomów w komórkach, uszkadzając w ten sposób tkanki i materiał genetyczny. Po drugie, uderzyłaby w nas duża chmura wysokoenergetycznych cząstek (zwłaszcza jąder atomowych), która wraz z trzecim zagrożeniem praktycznie usmażyłyby naszą atmosferę oraz infrastrukturę technologiczną. Tym trzecim niebezpieczeństwem jest niemal niewyobrażalna ilość promieniowania rentgenowskiego, które się uwalnia, kiedy fala uderzeniowa supernowej zderza się z gęstymi chmurami gazu. – *Gdyby taka fala przetoczyła się przez pobliską planetę, to promieniowanie zmieniłoby poważnie skład chemiczny jej atmosfery* – tłumaczy astronom Ian Brunton, który uczestniczył w badaniu. – *W przypadku planety podobnej do Ziemi proces ten mógłby zniszczyć znaczną część ozonu, który chroni życie przed groźnym promieniowaniem ultrafioletowym swojej gwiazdy.* Ponieważ promieniowanie rentgenowskie utrzymywałoby się przez całe dziesięciolecia, nie jest pewne, czy życie na Ziemi zdołałoby przetrwać, a jeśli tak, to w jakich warunkach.

Na szczęście zespół Bruntona odkrył również, że supernowa może zagrozić naszej planecie w ten sposób tylko wtedy, gdy eksploduje bliżej niż 160 lat świetlnych od nas. A ponieważ Betelgeza jest oddalona o 650 lat świetlnych – nie stanowi niebezpieczeństwa. Wręcz przeciwnie, możemy czekać z niecierpliwością na to jedyne w swoim rodzaju wydarzenie...

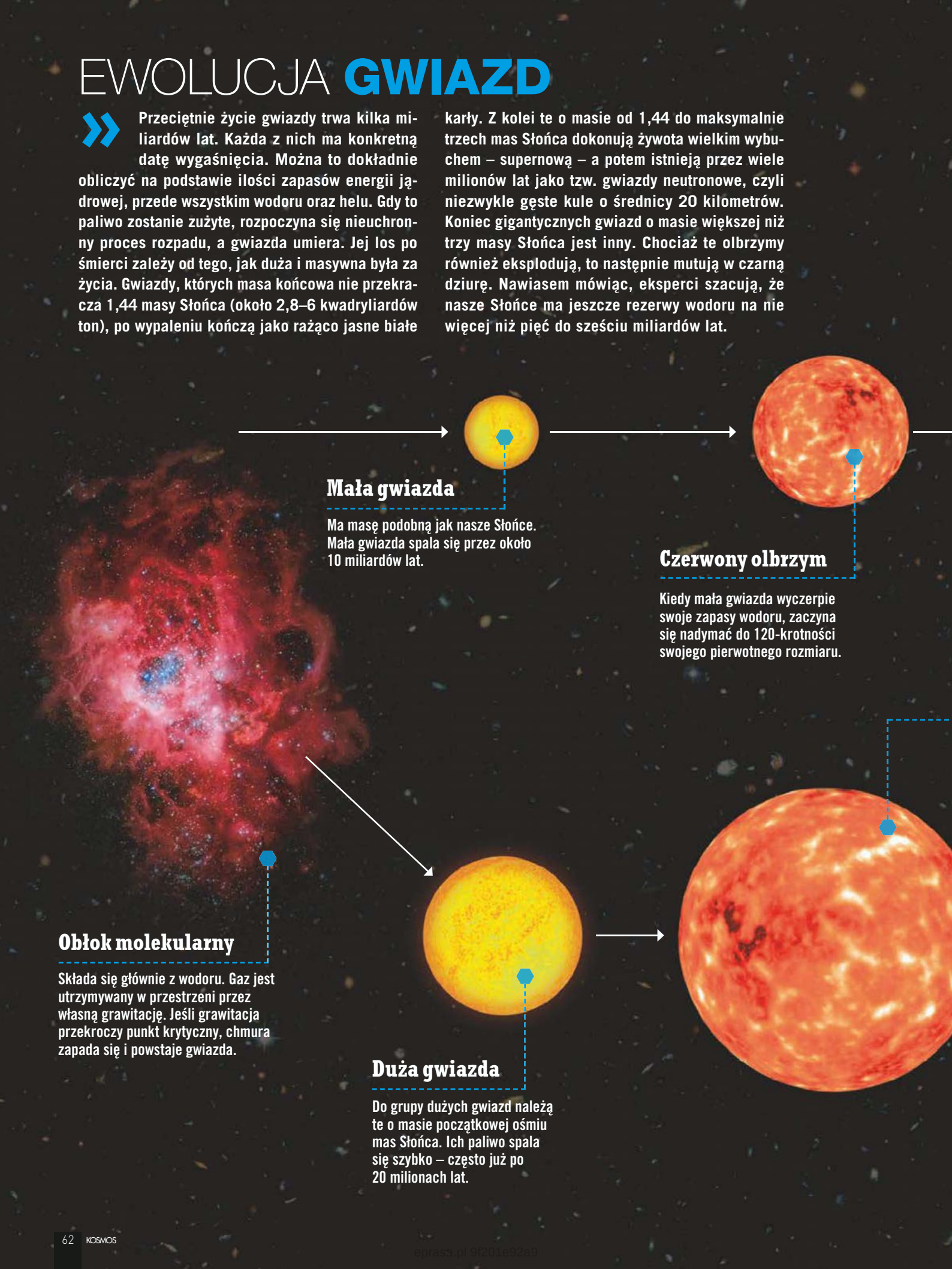
DRUGI KSIĘŻYC NA NIEBIE?

Wiemy więc, że Betelgeza nas nie zabije. Ale i tak miałaby ogromny wpływ na ludzi na Ziemi. Supernowa byłaby przez wiele tygodni drugim po Słońcu najjaśniejszym obiektem na niebie, nawet w biały dzień jasnym jak Księżyc. Jaśniałaby nad nami przez około dwa miesiące, dając nocą takie światło, że przy bezchmurnym niebie i wyłączonych światłach w mieście można by czytać książkę. W przeszłości takie wydarzenia astronomiczne były punktami zwrotnymi w dziejach ludzkości. Możliwe, że całe kultury i religie opierały się na zjawisku umierania gwiazd, które do dziś nie jest do końca zrozumiałe. Niewykluczone też, że to właśnie pojawienie się na firmamencie supernowej obudziło w ludziach zainteresowanie tajemnicami kosmosu. ■

eprasa.pl 9f201e92a9

EWOLUCJA **GWIAZD**

Przeciętnie życie gwiazdy trwa kilka miliardów lat. Każda z nich ma konkretną datę wygaśnięcia. Można to dokładnie obliczyć na podstawie ilości zapasów energii jądrowej, przede wszystkim wodoru oraz helu. Gdy to paliwo zostanie zużyte, rozpoczyna się nieuchronny proces rozpadu, a gwiazda umiera. Jej los po śmierci zależy od tego, jak duża i masywna była za życia. Gwiazdy, których masa końcowa nie przekracza 1,44 masy Słońca (około 2,8–6 kwadryliardów ton), po wypaleniu kończą jako rażąco jasne białe karły. Z kolei te o masie od 1,44 do maksymalnie trzech mas Słońca dokonują żywota wielkim wybuchem – supernową – a potem istnieją przez wiele milionów lat jako tzw. gwiazdy neutronowe, czyli niezwykle gęste kule o średnicy 20 kilometrów. Koniec gigantycznych gwiazd o masie większej niż trzy masy Słońca jest inny. Chociaż te olbrzymy również eksplodują, to następnie mutują w czarną dziurę. Nawiasem mówiąc, eksperci szacują, że nasze Słońce ma jeszcze rezerwy wodoru na nie więcej niż pięć do sześciu miliardów lat.



Mała gwiazda

Ma masę podobną jak nasze Słońce. Mała gwiazda spala się przez około 10 miliardów lat.

Czerwony olbrzym

Kiedy mała gwiazda wyczerpie swoje zapasy wodoru, zaczyna się nadymać do 120-krotności swojego pierwotnego rozmiaru.

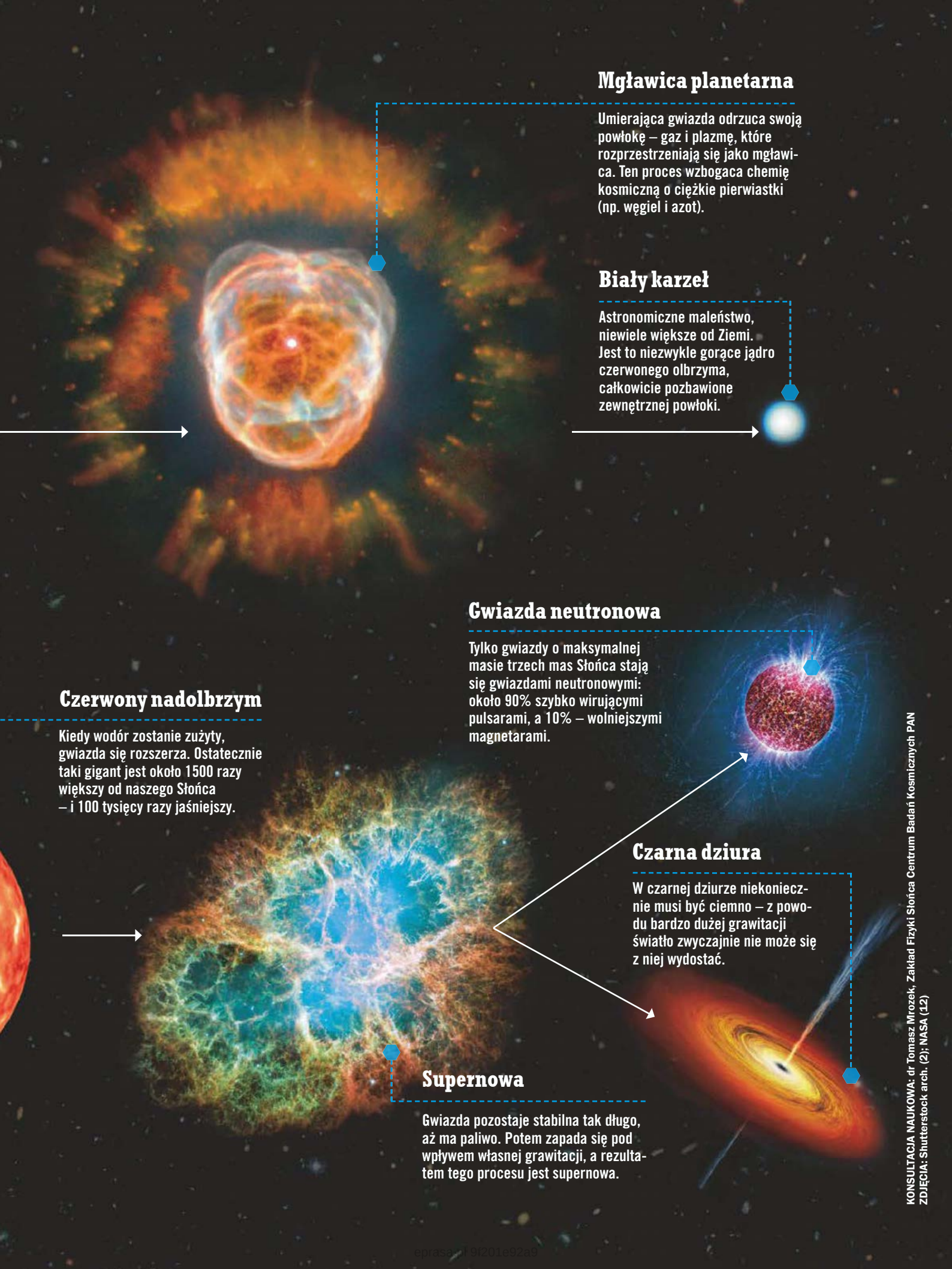
Obłok molekularny

Składa się głównie z wodoru. Gaz jest utrzymywany w przestrzeni przez własną grawitację. Jeśli grawitacja przekroczy punkt krytyczny, chmura zapada się i powstaje gwiazda.

Duża gwiazda

Do grupy dużych gwiazd należą te o masie początkowej ośmiu mas Słońca. Ich paliwo spala się szybko – często już po 20 milionach lat.

eprasa.pl 9f201e92a9



Mgławica planetarna

Umierająca gwiazda odrzuca swoją powłokę – gaz i plazmę, które rozprzestrzeniają się jako mgławica. Ten proces wzbogaca chemię kosmiczną o ciężkie pierwiastki (np. węgiel i azot).

Biały karzeł

Astronomiczne maleństwo, niewiele większe od Ziemi. Jest to niezwykle gorące jądro czerwonego olbrzyma, całkowicie pozbawione zewnętrznej powłoki.

Gwiazda neutronowa

Tylko gwiazdy o maksymalnej masie trzech mas Słońca stają się gwiazdami neutronowymi: około 90% szybko wirującymi pulsarami, a 10% – wolniejszymi magnetarami.

Czerwony nadolbrzym

Kiedy wodór zostanie zużyty, gwiazda się rozszerza. Ostatecznie taki gigant jest około 1500 razy większy od naszego Słońca – i 100 tysięcy razy jaśniejszy.

Czarna dziura

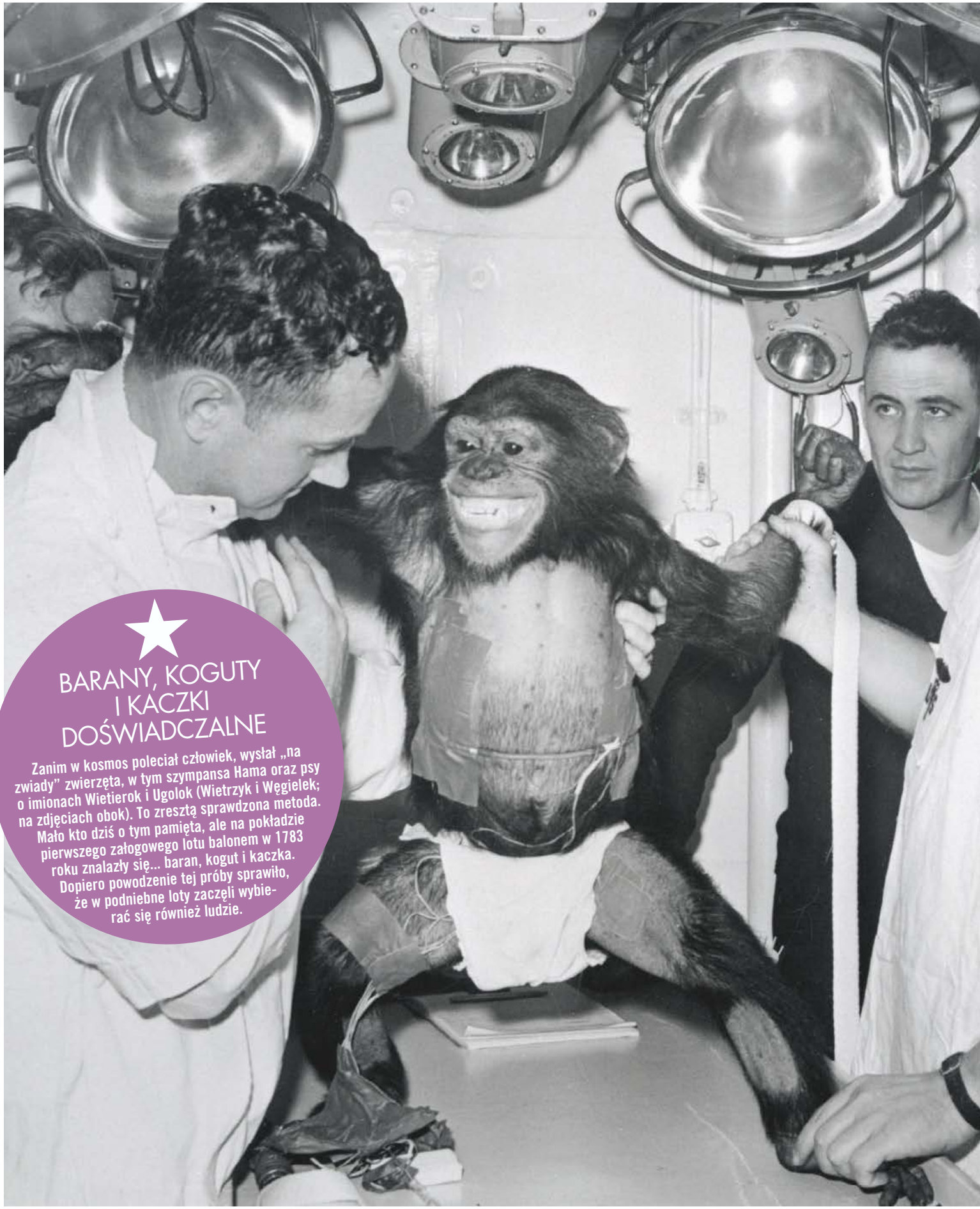
W czarnej dziurze niekoniecznie musi być ciemno – z powodu bardzo dużej grawitacji światło zwyczajnie nie może się z niej wydostać.

Supernowa

Gwiazda pozostaje stabilna tak długo, aż ma paliwo. Potem zapada się pod wpływem własnej grawitacji, a rezultatem tego procesu jest supernowa.

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA: Shutterstock arch. (2); NASA (12)

eprasa: f9f201e92a9



BARANY, KOGUTY I KACZKI DOŚWIADCZALNE

Zanim w kosmos poleciał człowiek, wysłał „na zwiady" zwierzęta, w tym szympansa Hama oraz psy o imionach Wietierok i Ugolok (Wietrzyk i Węgielek; na zdjęciach obok). To zresztą sprawdzona metoda. Mało kto dziś o tym pamięta, ale na pokładzie pierwszego załogowego lotu balonem w 1783 roku znalazły się... baran, kogut i kaczka. Dopiero powodzenie tej próby sprawiło, że w podniebne loty zaczęli wybierać się również ludzie.

eprasa.pl 9f201e92a9





Zwierzęta NA ORBICIE

Oddały życie w imię służby nauce i marzeń człowieka o podboju kosmosu. Dziś często zapominamy, że to m.in. dzięki psom, małpom, kotom czy muszkom owocówkom astronauci bezpiecznie wracają na Ziemię z międzygwiezdnych podróży. Oto opowieść o naszych braciach mniejszych, którzy stali się bohaterami wbrew swojej woli.

eprasa.pl 9f201e92a9



W 200 MINUT DOOKOŁA ŚWIATA

Enos był pierwszym szympansem, który okrążył Ziemię podczas lotu orbitalnego – i to aż dwukrotnie! Miał sporo szczęścia: choć system sterowniczy uległ awarii, człekokształtnego astronautę udało się bezpiecznie sprowadzić z powrotem.



PIERWSZY HAM W KOSMOSIE

Szympans Ham odbył podróż na orbitę okołoziemską jako wysłannik USA. Wcześniej przeszedł specjalistyczne szkolenie w bazie lotniczej.



PANNA NA WYDANIU

Miss Baker była w USA niekwestionowaną gwiazdą – przeżyła lot, podczas którego przez dziewięć minut znajdowała się w stanie nieważkości. Gdy wróciła do domu, małpka otrzymywała od fanów nawet sto listów dziennie!

Na początku konferencji prasowej był nieco onieśmielony wrzawą i fleszami lamp błyskowych, ale szybko odnalazł się w nowej sytuacji. Po kilku minutach zrelaksowany szympans o imieniu Ham szczerzył zęby do fotoreporterów, którzy wręcz stawali na głowie, by tylko zechciał spojrzeć w ich stronę. Następnego dnia zdjęcia roześmianej małpy trafiły na okładki gazet w całych Stanach Zjednoczonych. Nic dziwnego: była ona pierwszą przedstawicielką naczelnych, która wzniosła się na orbitę i szczęśliwie wróciła na Ziemię. Stanowiła namacalny dowód, że najprawdopodobniej także człowiek przeżyje taką podróż.

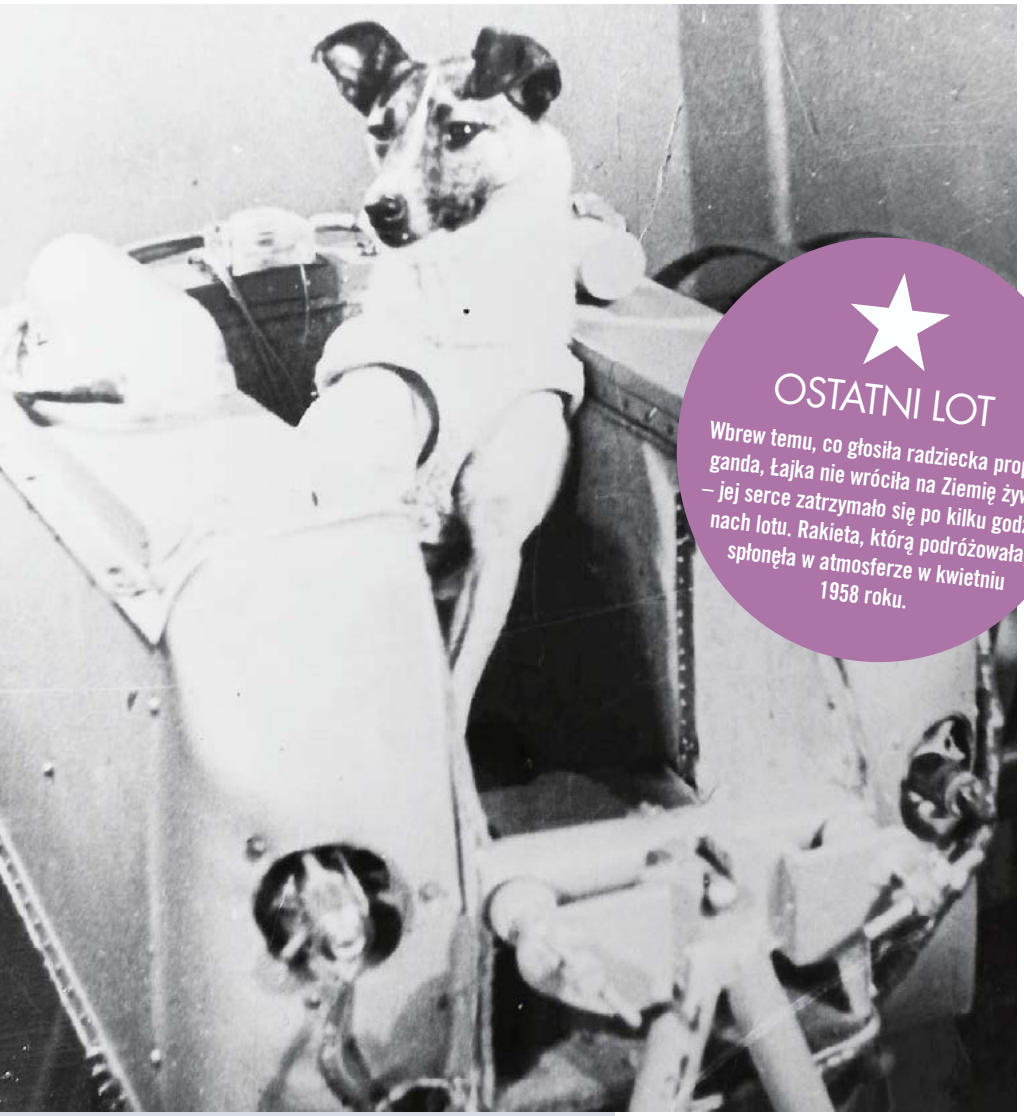
Bez testów na zwierzętach w toku realizacji programów kosmicznych z pewnością zginęłoby wielu ludzi – zanim wyruszyliśmy na podbój wszechświata, naukowcy zakładali, iż organizm nie jest w stanie znieść stanu nieważkości i szkodliwego promieniowania kosmicznego. Cóż, eksperci nie zawsze mają rację. A wiemy o tym dzięki zapomnianym bohaterom.

SAMOBÓJCZA MISJA ŁAJKI

W Związku Radzieckim niskie pochodzenie nie stanowiło żadnej przeszkody do osiągnięcia wiekopomnej, światowej sławy. Przekonała się o tym Łajka – pierwszy czworonóg, który podbił kosmos. Zanim odbyła swój międzygwiezdny lot, błąkała się po ulicach Moskwy, nie mając ani imienia, ani domu. Gdy złapali ją hycle, trafiła do laboratorium, gdzie ochrzczono ją mianem Kędziorka (dopiero w ostatniej fazie przygotowań do lotu zadecydowano, że będzie nosić znane dziś nam wszystkim imię). Trzeciego listopada 1957 roku umieszczono ją w rakiecie Sputnik 2, po czym wystrzelono na orbitę okołoziemską. Kilka godzin później wróciła na Ziemię – a przynajmniej tak głosił oficjalny przekaz komunistycznych władz. W rzeczywistości Łajka zginęła: prawdopodobnie po siedmiu godzinach lotu jej serce zatrzymało się z powodu nadmiernego stresu, który dodatkowo spotęgowała wysoka temperatura panująca w kapsule (ok. 40°C). Zresztą wyrok śmierci zapadł na nią jeszcze przed startem: między ZSRR a USA trwał zażarty wyścig o okiełznanie przestrzeni kosmicznej, więc kwestia sprowadzenia kundelka żywego nie spędzała snu z powiek radzieckim naukowcom. Liczyło się to, by cały świat obiegły zdjęcia i filmy wystrzelonego z Rosji (co stanowiło najważniejszy aspekt) sympatycznego pieska, który wyruszył na podbój uniwersum. Informacja o wyekspediowaniu Łajki na straceńczą misję nie mogła zakłócić hurra-optymistycznego, propagandowego przesłania władz. Drastyczne kulisy operacji wyszły na jaw dużo, dużo później.

Naukowcom ze Związku Radzieckiego dopiero po trzech latach udało się bezpiecznie sprowadzić na Ziemię wystrzelone w kosmos psy. Dziewiętnastego sierpnia 1960 roku lot orbitalny odbyły Biełka i Striełka. ▶

eprasa.pl 9f201e92a9



OSTATNI LOT

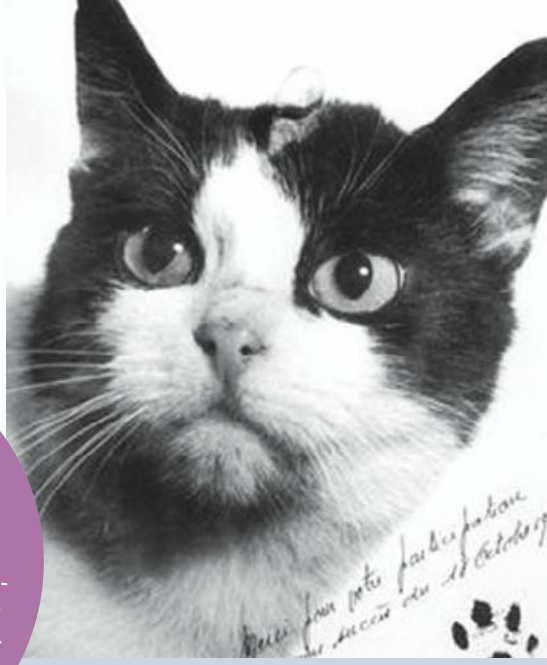
Wbrew temu, co głosiła radziecka propaganda, Łajka nie wróciła na Ziemię żywa – jej serce zatrzymało się po kilku godzinach lotu. Rakieta, którą podróżowała, spłonęła w atmosferze w kwietniu 1958 roku.

Łajka

BEZDOMNA SUCZKA, KTÓRA ZADZIWIŁA ŚWIAT

Dlaczego na pierwszego czworonoga w kosmosie Związek Radziecki wybrał kundla błąkającego się po ulicach miasta? Otóż sowieccy naukowcy doszli do słusznego wniosku, że bezpański pies każdego dnia walczący o przetrwanie lepiej zniesie trudy podróży na orbitę okołoziemską. Błyskawiczny trening, który odbyła Łajka, polegał na przyzwyczajeniu suczki do przebywania w małej przestrzeni – w tym celu ubrano ją w bardzo ciasny kombinezon krępujący ruchy.





Félicette

Z DACHU W KOSMOS

Czarno-biała kotka jest jedyną przedstawicielką swojego gatunku, która odbyła międzygwiezdny lot. Do niedawna o jej wyczynie pamiętali nieliczni – zmieniło się to przed kilkoma laty, gdy grupa fanów Félicette ogłosiła w internecie zbiórkę pieniędzy na pomnik miauczącej bohaterki. W 2019 roku został on odsłonięty nieopodal Strasburga.

eprasa.pl 9f201e92a9



EWAKUACJA POD KONTROLĄ

Co zrobić, gdy z powodu awarii trzeba będzie oddzielić od rakiety kapsułę z astronautą? Odpowiedzi na to pytanie dostarczył test systemu ratunkowego z udziałem Miss Sam w 1959 roku. Naukowcy i małpa zdali go na szóstkę!



EKSPERYMENT, ŻE MUCHA NIE SIADA!

Dziesięć lat przed Łajką pionierski lot w kosmos odbyły muszki owocówki – 20 lutego 1947 roku owady na pokładzie rakiety V-2 znalazły się na wysokości 109 kilometrów. Większość z nich przeżyła podróż.



ĆWICZENIA Z... JEDZENIA

Duane, Jim oraz Chu zajadają się przekąskami w modelach kapsuł kosmicznych. W styczniu 1961 roku w bazie lotniczej Holloman w Nowym Meksyku oprócz nich szkolono jeszcze 72 inne szympansy.

POWTÓRNY SUKCES

Wiewiórka (ros. Biełka) oraz Strzałka (ros. Striełka) jako pierwsze zwierzęta w historii odbyły lot orbitalny i przeżyły lądowanie na Ziemi. W przeciwieństwie do Łajki, w ich przypadku była to prawda.



Obie suczki przeżyły lądowanie Sputnika 5 (towarzyszyły im m.in. myszy oraz muszki owocowe). Zmarły kilka lat później, a ich wypchane zwłoki do dziś można „podziwiać" na rosyjskich wystawach poświęconych pionierskim projektom sowieckiej astronautyki.

SZYMPANS PODBIJA WSZECHŚWIAT

Projekt Merkury był pierwszym amerykańskim programem kosmicznym, który miał doprowadzić do wyniesienia astronauty na orbitę okołoziemską. Składał się z trzech etapów lotów: bezzałogowych, takich z udziałem małp oraz finalnie – z przedstawicielami gatunku ludzkiego. Druga faza projektu została zapoczątkowana tuż po wojnie. Zwierzęcy pionierzy, którzy w 1947 roku wyruszyli ku gwiazdom, pozostają jednak bezimienni – były to muszki owocówki wystrzelone na pokładzie rakiety V-2 (przejętej przez Amerykanów od nazistów). Większość owadzich astronautów przeżyła lot, a zachęceni tym sukcesem pracownicy NACA (ang. National Advisory Committee for Aeronautics; w 1958 roku agencja została zastąpiona przez NASA) postanowili pójść za ciosem. Tym razem zdecydowali się na bardziej egzotycznego reprezentanta Ziemi – w podróż wyruszył pierwszy kręgowiec, schwytany w Azji makak, którego ochrzczono imieniem Albert. Niestety, nie miał on tyle szczęścia co muchówki i zginął podczas lądowania. Równie tragiczny los stał się udziałem kilku kolejnych naczelnych, których wysłano w kosmos w następnych latach.

eprasa.pl 9f201e92a9



Biełka i Striełka

PRZYĆMIŁY TOWARZYSZY

Na pokładzie sowieckiej rakiety Sputnik 5, która po odbyciu lotu orbitalnego szczęśliwie wylądowała na Ziemi, oprócz Biełki i Striełki znajdowała się imponująca menażeria: królik, dwa szczury, kilkadziesiąt myszy oraz trudna do ustalenia liczba muszek owocówek. Do annałów kosmonautyki przeszły jednak tylko dwie sympatyczne suczki. Co ciekawe, jedno ze szczeniąt, które po powrocie do ZSRR urodziła Striełka, trafiło do USA: Nikita Chruszczow podarował je córce Johna F. Kennedy'ego – Caroline.

Dopiero w 1951 roku małpa i gryzonie przeżyli podróż ku gwiazdom, lecz ze względu na niski pułap osiągnięty przez rakietę, którą mknęli, nie są uznawani za przodowników zwierzęcej astronautyki. Przełom w tej kwestii nastąpił 10 lat później.

Pojazd Mercury-Redstone 2 z wspomnianym wcześniej szympansem Hamem na pokładzie oderwał się od ziemi na przylądku Canaveral 31 stycznia 1961 roku. Po trwającym kilkanaście minut locie, podczas którego – z prędkością sięgającą nawet 9426 km/h – wzniósł się na maksymalną wysokość 250 kilometrów, kapsuła szczęśliwie wylądowała na powierzchni Atlantyku. Sukces był tak zachęcający, że już trzy miesiące później wyczyn Hama powtórzył człowiek – pierwszy amerykański astronauta, Alan Shepard. Słynny szympans umarł ze starości w 1983 roku.

ZOO W PRZESTWORZACH

W latach 1966–1969 Stany Zjednoczone uruchomiły program Biosatellite, dzięki któremu zamierzano ocenić wpływ lotów kosmicznych (przede wszystkim promieniowania oraz nieważkości) na żywe organizmy. Ostatnia z tych misji rozpoczęła się 28 czerwca 1969 roku, gdy na pokładzie rakiety Delta N 539/D70 wystrzelono w kosmos makaka o imieniu Bonnie. Zgodnie z planem ważąca sześć kilogramów małpa miała spędzić na orbicie 30 dni. Celem operacji było zbadanie wpływu lotu na stan mózgu, zachowania, układ krążenia, równowagę płynów ustrojowych i elektrolitów oraz procesy metaboliczne organizmu. Niestety, po niespełna dziewięciu dniach misja została przerwana ze względu na pogarszający się stan zdrowia pasażera. Siódmego września Bonnie wrócił na Ziemię – po wyciągnięciu go z kapsuły natychmiast rozpoczęto akcję reanimacyjną. Lekarzom udało się przywrócić małpę do życia, radość była jednak przedwczesna: osiem godzin później makak wydał ostatnie tchnienie. Według patologa zmarł na atak serca, do którego doszło wskutek odwodnienia.

Po misji Apollo 11, gdy 20 lipca 1969 roku pierwszy człowiek stanął na Księżycu, udział zwierząt w misjach kosmicznych został ograniczony. Nie znaczy to jednak, że nagle przestały one uczestniczyć w lotach załogowych. Uniwersum zwiedzały m.in. żółwie, króliki, meduzy, różne rodzaje ryb i pająków. Wszystko po to, aby sprawdzić, w jaki sposób takie podróże oddziałują na organizmy: jak wpływają chociażby na rozwój tkanek oraz rozrodczość w przestrzeni pozbawionej grawitacji. W tym samym celu w latach 1973–1996 ZSRR realizował program BION, w ramach którego na orbicie umieszczano sztuczne satelity ze zwierzętami na pokładzie. Sowiecki projekt został reaktywowany przez Rosję w 2003 roku.

NA RATUNEK LUDZKOŚCI?

Oryginalnością w doborze zwierząt, przed którymi postawiono cel podboju wszechświata dla człowieka, wykazali się Francuzi. Wbrew pozorom mieszkańcy kraju nad Loarą nie zdecydowali się jednak na żaby: 18 października 1963 roku rakieta Veronique AGI47 wyniosła na orbitę miauczącego pasażera o imieniu Félicette. Kotka wróciła na ziemię cała i zdrowa. Co interesujące, kot, którego naukowcy w pierwszej kolejności wytypowali do odbycia międzygalaktycznej podróży, w przeddzień misji dał nogę – niepostrzeżenie wymknął się z klatki w laboratorium i wszelki słuch po nim zaginął. A mógł przeżyć swoje pięć minut sławy... W tym samym czasie próby z wysłaniem zwierząt w kosmos przeprowadzali Chińczycy – naukowcy Państwa Środka w kapsule umieścili myszy.

Jak piszą Chris Dubbs i Colin Burgess w książce *Animals in Space. From Research Rockets to the Space Shuttle*, (ang. *Zwierzęta w kosmosie. Od rakiet badawczych do promów kosmicznych*), od czasu, gdy w 1969 roku człowiek stanął na Księżycu, zmieniły się zadania zwierząt ekspediowanych między gwiazdy. Rzadko kiedy ryzykują życiem, są królikami doświadczalnymi innego typu – naukowcom zależy przede wszystkim na ustaleniu wpływu przestrzeni kosmicznej na ich rozwój oraz rozmnażanie. Bracia mniejsi przygotowują dziś grunt pod kolejne wyzwanie stojące przed ludzkością: zasiedlenie przez Ziemian innej planety. Jeśli w przyszłości nawiedzi nas globalny kataklizm, być może dzięki tym anonimowym bohaterom nasza cywilizacja będzie miała szansę przetrwać. ■

TEKST: Miłosz A. Gerlich KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA: fellcette.com, Muzeum Kosmonautyki/Archiwum Główne Moskwy/Wikimedia Commons (9); Serge Plantureux/Contributor; Bettmann/Gallo Images (2); Alamy/BEW

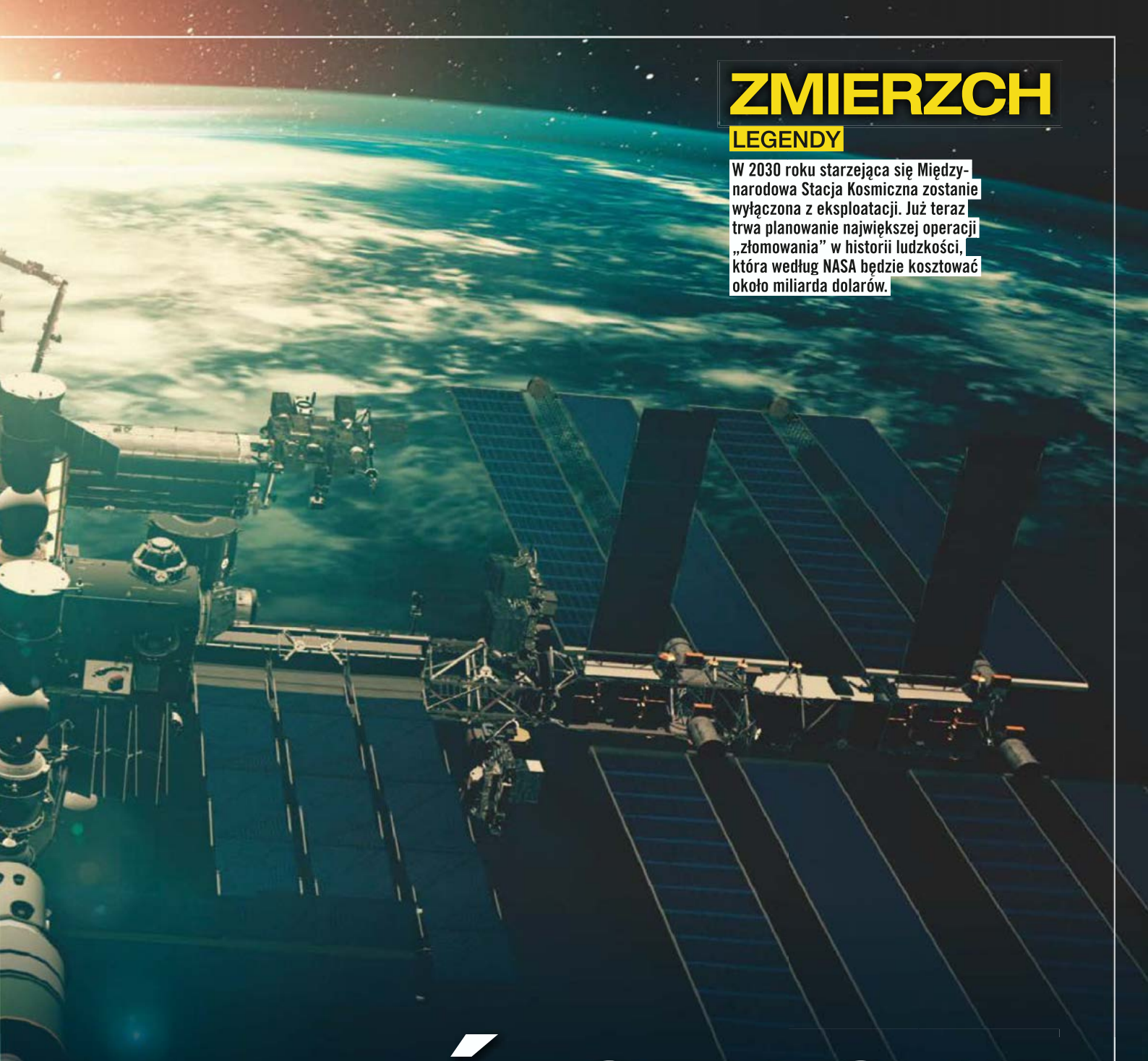
eprasa.pl 9f201e92a9



Od ponad ćwierćwiecza jest nie tylko pozaziemską placówką naukową, ale również świecącym nad naszymi głowami symbolem partnerstwa, które wykracza poza granice narodowe i ideologiczne. Jednak pomimo jej niezliczonych zasług dni Międzynarodowej Stacji Kosmicznej są policzone...

JAK ZEZŁOM KOSMI

eprasa.pl 9120182289



ZMIERZCH

LEGENDY

W 2030 roku starzejąca się Międzynarodowa Stacja Kosmiczna zostanie wyłączona z eksploatacji. Już teraz trwa planowanie największej operacji „złomowania" w historii ludzkości, która według NASA będzie kosztować około miliarda dolarów.

OWAĆ STACJĘ CZNĄ?

eprasa.pl 9120182285



PRZYSZŁOŚĆ PODRÓŻY KOSMICZNYCH

„Stany Zjednoczone przekażą w przyszłości swoje operacje na bliskiej orbicie okołoziemskiej prywatnym firmom" – oświadczyła niedawno NASA. Podobnie jak miało to miejsce w przypadku obsługi lotów kosmicznych, którą przejęła firma SpaceX, kolejne obszary związane z podróżami pozaziemskimi w ten sposób otworzą się na wolny rynek. Natomiast rządowe programy skoncentrują się całkowicie na już zaplanowanych misjach na Księżyc i Marsa.

Ostatecznie zaledwie trzy impulsy wsteczne przypieczętowały los rosyjskiej stacji kosmicznej Mir. Dwudziestego trzeciego marca 2001 roku, po 15 latach spędzonych w kosmosie i wykonaniu ponad 86 tysięcy okrążeń Ziemi 130-tonowa konstrukcja z metalu, plastiku i szkła została tak mocno wyhamowana przez silnik zadokowanego do niej kosmicznego frachtowca Progress, że spadła na Ziemię. Do dziś manewr ten uważany jest za wzór kontrolowanego „zrzutu" z orbity. Około godziny 6:00 1500 niespalonych w atmosferze szczątków o szacowanej łącznej masie 20–25 ton ostatecznie zatonęło w ciemnych wodach Pacyfiku – w tzw. punkcie Nemo.

Tutaj, w najbardziej niedostępnym miejscu na Ziemi, od 1971 roku mieści się swego rodzaju cmentarzysko statków kosmicznych. Oprócz Miru miejsce ostatniego spoczynku znalazło tu – 2500 kilometrów od najbliższego lądu – już ponad 260 urządzeń. A jeśli plany NASA się powiodą, za pięć lat dołączy do nich Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (International Space Station, ISS), placówka, która przez dziesięciolecia była prawdziwym pozaplanetarnym domem ludzkości. Jak do tego dojdzie?

SYMBOL POKOJU

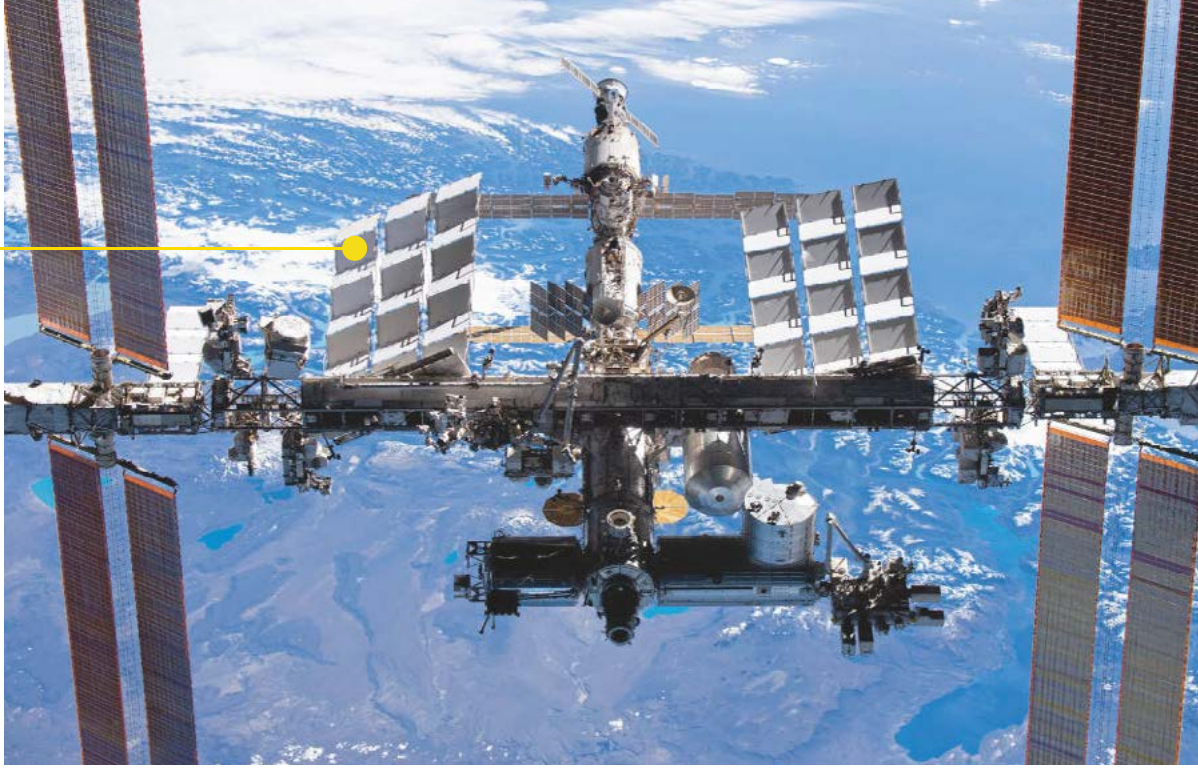
ISS to dający się opisać w samych superlatywach obiekt, którego spoiwo stanowią śruby i klej. Dla nauki od momentu przybycia na jej pokład pierwszych astronautów w 2000 roku jest to najważniejsza platforma do badań nad kosmosem. Wynikami przeprowadzonych na niej prac badawczych zapisano dziesiątki tysięcy stron. Stacja jest również prawdopodobnie najważniejszym symbolem partnerstwa międzynarodowego – wykraczającego poza granice ideologiczne i narodowe. Już sam fakt, że USA i Rosja wciąż zgodnie tutaj współpracują, należy postrzegać jako ważny przekaz dla całego świata.

Czas ISS dobiega jednak końca. Ma zostać „zezłomowana" najpóźniej w 2031 roku, a więc 11 lat po pierwotnie planowanej dacie wycofania z eksploatacji. Ten cel to wielkie wyzwanie dla NASA oraz innych agencji kosmicznych. Stacja o masie 430 ton i wielkości boiska piłkarskiego jest zdecydowanie największym obiektem kosmicznym stworzonym przez człowieka. Jak więc wycofać takie monstrum z eksploatacji i sprowadzić na Ziemię? I dlaczego w ogóle konieczna jest utylizacja tej wizytówki naszej cywilizacji?

KOSMICZNY ROZKŁAD

– *Oczywiście szkoda, że ISS kończy służbę* – mówi dr George Nield, były zastępca administratora ds. komercyjnych transportów kosmicznych w amerykańskiej Federalnej Admini-

eprasa.pl 9f201e92a9



SWOBODNE SPADANIE

Ze względu na jej nieregularny kształt bardzo trudno będzie w kontrolowany sposób zrzucić ISS z orbity. Jeśli na przykład wpadłaby w korkociąg, istniałoby ryzyko, że zboczy z kursu.

stracji Lotnictwa. – *Prawda jest jednak taka, że pozostawienie jej na orbicie okołoziemskiej na czas nieokreślony jest po prostu niemożliwe.* Jak wynika z raportu opublikowanego przez NASA w 2022 roku, jej żywotność techniczna jest przede wszystkim „ograniczona przez strukturę podstawową obejmującą moduły, grzejniki i konstrukcje kratownicowe".

Wreszcie materiały, z których wykonana jest ISS, zużyły się w wyniku działania tak zwanych „obciążeń dynamicznych", do których należą na przykład manewry dokowania, a także „orbitalne interakcje termiczne" zachodzące przez prawie trzy dekady.

PLAN ZA MILIARD DOLARÓW

Kwestia sposobu utylizacji Międzynarodowej Stacji Kosmicznej nie jest prosta przede wszystkim dlatego, że ma charakter nie tylko techniczny, ale także polityczny. Pięć agencji kosmicznych (z USA, Rosji, Europy, Japonii i Kanady) i stojące za nimi rządy muszą się dogadać co do kosztującego ok. miliarda dolarów procesu „złomowania", w którym wiodącą rolę ma odgrywać NASA.

Do wyboru były w zasadzie cztery opcje. Pierwsza, obejmująca demontaż i sprowadzenie na Ziemię, wiązała się też z pytaniem, na ile ISS powinna zostać zachowana dla przyszłych pokoleń – i wystawiana na przykład w muzeach. Niestety, konstrukcja kratownicowa nie jest przewidziana do demontażu i musiałaby zostać połamana lub przecięta w wielu miejscach. Niezbędna logistyka obejmowałaby również dziesiątki lotów, co z kolei wiązałoby się z ogromnymi kosztami i trwałoby całe dekady. >



DEMONTAŻ

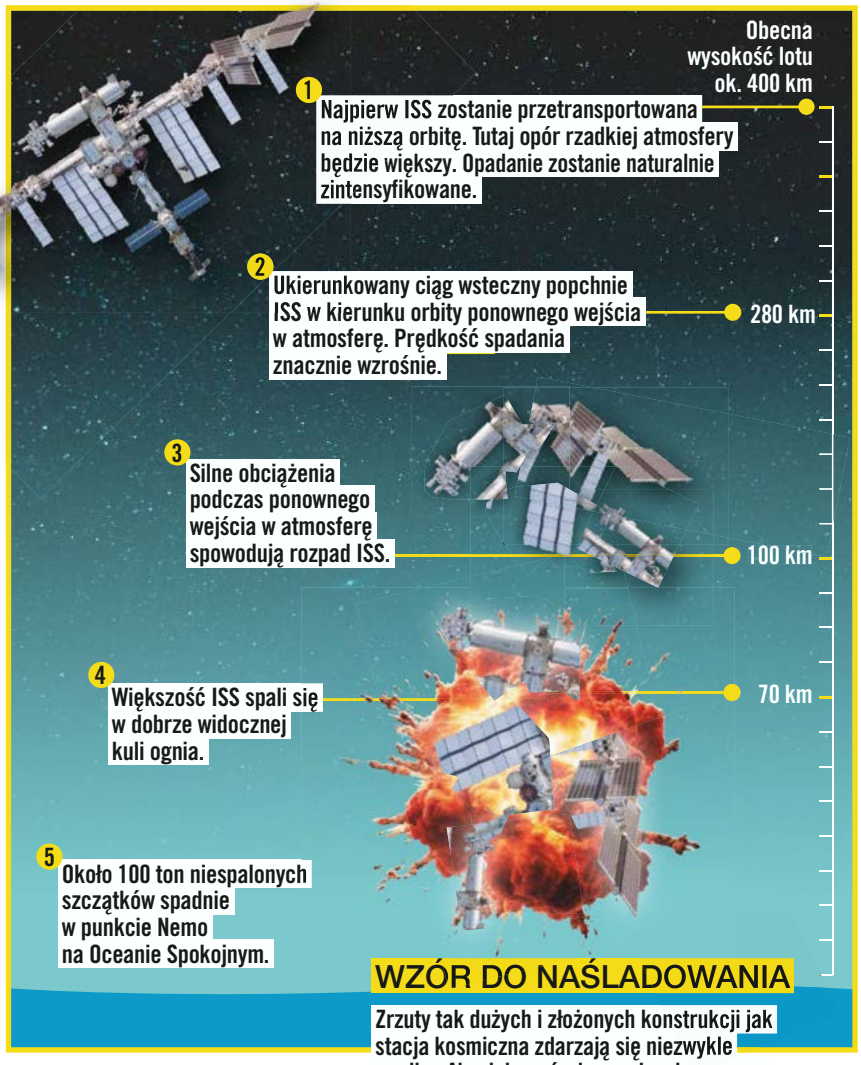
Zanim ISS spadnie na naszą planetę, astronauci muszą usunąć z niej toksyczne i radioaktywne części – oraz bezpiecznie przetransportować je na Ziemię. Ponadto, w miarę możliwości, zdemontowane zostaną niektóre elementy wyposażenia technicznego.

eprasa.pl 9f201e92a9

Druga z rozważanych koncepcji zakładała wystrzelenie ISS na tak zwaną orbitę cmentarną, gdzie pozostałaby na wieczność, wciąż krążąc wokół Ziemi. Obecnie bowiem stacja znajduje się tak blisko naszej planety (ok. 400 km), że podlega hamowaniu przez niezwykle rozrzedzoną atmosferę, a jej orbita musi być regularnie korygowana za pomocą silników odrzutowych, aby ISS nie spadła nam na głowy. Ponieważ jednak najbliższa orbita cmentarna zaczyna się na wysokości około 36 tysięcy kilometrów, a stacja ma znacznie większą masę niż satelity, które są w ten sposób utylizowane, na razie po prostu nie dysponujemy systemem napędowym, który zdołałby ją przetransportować na taką wysokość. Pozostają więc jeszcze dwie opcje, różniące się między sobą tylko jednym, ale istotnym szczegółem...

MISJA: DEORBITACJA

Chociaż używa się nieszkodliwie brzmiących terminów, takich jak „operacja zejścia z orbity" lub „deorbitacja", tak naprawdę chodzi o bardzo niebezpieczny manewr. Bo czy lepiej, żeby coś o masie 30 autokarów spadło na Ziemię z ogromną prędkością w sposób kontrolowany czy niekontrolowany? Wybór wydaje się prosty, ale NASA zdecydowała się na swego rodzaju kompromis, pozwalając ISS najpierw na naturalne obniżenie zajmowanego pułapu – czyli powolne osunięcie się w kierunku naszej planety – aby następnie zepchnąć ją precyzyjnie zaplanowanym ciągiem silnika rakietowego, podobnie jak miało to miejsce w przypadku Miru w 2001 roku. Tylko jak to właściwie zrobić? Analizując, jak Rosjanie „zezłomowali" swój Mir, NASA uświadomiła sobie dwie ważne rzeczy. Po pierwsze, że tak złożona konstrukcja po wejściu w atmosferę rozpadłaby się na tysiące wirujących części, które przelatywałyby nad Ziemią z prędkością 400 kilometrów na minutę – i mogły-



WZÓR DO NAŚLADOWANIA

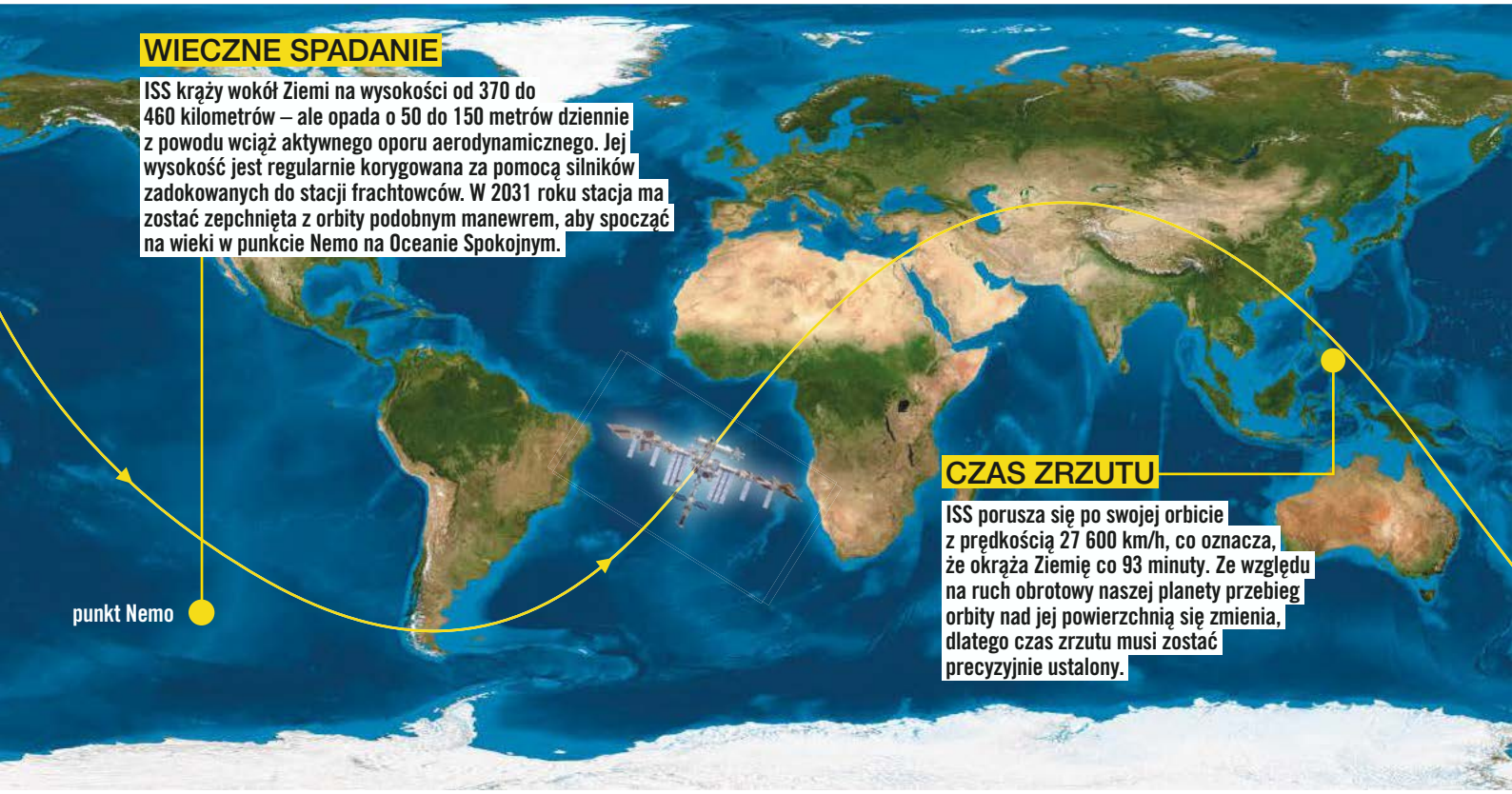
Zrzuty tak dużych i złożonych konstrukcji jak stacja kosmiczna zdarzają się niezwykle rzadko. Aby dokonać wiarygodnych prognoz, konieczne jest sięgnięcie do danych dotyczących zniszczenia Miru w 2001 roku.

DOBRO WSPÓLNE

Choć to NASA jako główny finansujący nadaje ton operacji zrzutu ISS, sama stacja jest projektem międzynarodowym. Jej współwłaścicielami są organizacje kosmiczne z Rosji, Europy, Japonii i Kanady.



eprasa.pl 9f201e92a9



by stać się na obszarach zamieszkanych śmiercionośnym gradem pocisków. Obliczenia NASA pokazują, że nawet w przypadku kontrolowanego zrzutu około 90–100 ton szczątków mogłoby spaść na obszar o szerokości 40 km i długości 1000 km. Aby uniknąć ryzyka śmiertelnych lub kosztownych wypadków, podjęto decyzję o zatopieniu ISS we wspomnianym wyżej punkcie Nemo – oraz o wcześniejszym ostrzeżeniu statków i samolotów znajdujących się w okolicy w terminie operacji.

Po drugie, zaakceptowano, że do wypchnięcia stacji z orbity potrzebne jest potężne narzędzie, gdyż nie dysponuje ona własnym napędem (regularne korekty orbity przeprowadzano przez zadokowane statki).

JAK ZEPCHNĄĆ STACJĘ KOSMICZNĄ Z ORBITY?

Pierwotny plan wykorzystania do deorbitacji trzech rosyjskich frachtowców Progress został przez NASA odrzucony. Oficjalnie z powodów technicznych, lecz z politycznego punktu widzenia współpraca z Moskwą przy tym manewrze po napaści na Ukrainę i tak byłaby prawdopodobnie niewyobrażalna. Problem w tym, że obecnie amerykańska agencja nie dysponuje statkiem, który rozwijałby na tyle potężną siłę ciągu, aby mógł przejąć to zadanie.

Żeby wypełnić lukę w parku maszyn, NASA ogłosiła przetarg na tzw. U.S. Deorbit Vehicle (USDV). Miał on być „nowym projektem statku kosmicznego lub wariantem istniejącego, który musi niezawodnie działać w trakcie pierwszego lotu i mieć wystarczającą redundancję techniczną, aby wykonać krytyczne spalanie deorbitacyjne". Ponadto konieczne jest, aby dysponował bardzo dużym zbiornikiem paliwa. – *Istniejące jednostki nie mają niezbędnej mocy, żeby w tak krótkim czasie przeprowadzić ISS przez atmosferę, w której będzie mogła spłonąć* – tłumaczył dr Jonathan McDowell z Centrum Astrofizyki Harvard-Smithsonian.

W 2024 roku NASA wybrała SpaceX do opracowania i dostarczenia USDV. Pojazd ma bazować na statku Cargo Dragon, tyle że z większą liczbą silników (46 zamiast 16) oraz blisko sześciokrotnie zasobniejszym zbiornikiem paliwa. Taka konstrukcja ma zapewnić kontrolowaną deorbitację ISS po zakończeniu jej eksploatacji. Ostatnia załoga opuści ją prawdopodobnie w 2030 roku. Jednak wcześniej konieczne jest też usunięcie z niej oraz bezpieczne sprowadzenie na naszą planetę materiałów toksycznych i radioaktywnych. Tylko w tym celu NASA planuje trzy loty towarowe. Wkrótce potem zadokuje do niej USDV. W następnym kroku harmonogram utylizacji ISS przewiduje najpierw naturalne obniżenie wysokości lotu. Jest to w pewnym sensie początek faktycznego zrzutu z orbity – tyle że przeprowadzony w zwolnionym tempie. Po około roku, gdy tandem naturalnie opadnie na pułap ok. 220 km, Deorbit Vehicle sprowadzi go jeszcze niżej, po czym uruchomi silniki z pełną mocą. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna runie w kierunku Ziemi z prędkością 28 000 km/h, by spłonąć w ogromnej kuli ognia – na oczach całego świata. ■

ZDJĘCIA: Adobe Stock (4); NASA (2); Houston Chronicle/Gallo Images; Casey Horner/Unsplash; Shutterstock

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN

eprasa.pl 9f201e92a9



DZIEŁO ZNISZCZENIA

Potężna ściana w kształcie pierścienia, wypiętrzenie w centrum i kolisty kształt – kratery uderzeniowe występujące na Ziemi nigdy nie mają tak oczywistego wyglądu jak na powyższej grafice. Ząb czasu skutecznie nadgryza te powstałe przed milionami lat gigantyczne dziury. Dlatego tak trudno je dostrzec...

eprasa.pl 9f201e92a9



Podczas zderzenia Ziemia i kosmos łączą się. Kratery uderzeniowe są niemymi świadkami tych gwałtownych kolizji. Ujawniają badaczom głęboko skrywane przez miliony lat tajemnice...

W POSZUKIWANIU ZAGINIONYCH KRATERÓW

eprasa.pl 9f201e92a9



KRATER BARRINGERA: CO GO CHRONI PRZED ZNIKNIĘCIEM?

W jałowym krajobrazie Arizony znajduje się okrągły krater o średnicy nieco ponad kilometra i głębokości sięgającej 170 metrów. Krater Barringera przetrwał w tak dobrym stanie dzięki suchemu, pustynnemu klimatowi. Zwłaszcza jego dobrze zachowane ściany mówią naukowcom wiele o historii Ziemi. Przy górnej krawędzi znajduje się piaskowiec sprzed ok. 265 mln lat. Pod nim widać młodszy o 10 mln lat wapień, jeszcze niżej jest dolomit sprzed 250 mln lat. To dziwne odwrócenie kolejności (zwykle im głębiej, tym warstwy są starsze) jest efektem wyrzucenia w powietrze i opadnięcia ogromnych ilości skał po uderzeniu kosmicznego gościa około 50 tysięcy lat temu.



eprasa.pl 9f201e92ag

Kiedy asteroida lub kometa trafia w planetę, dochodzi do eksplozji, która ma niewyobrażalną siłę. Uderzenie dużego kosmicznego obiektu wyzwala tyle energii, co detonacja 100 tysięcy bomb atomowych zrzuconych na Hiroszimę. Około 200 kraterów na Ziemi jest efektem takich potężnych kolizji sprzed milionów lat.

STARE BLIZNY ZIEMI

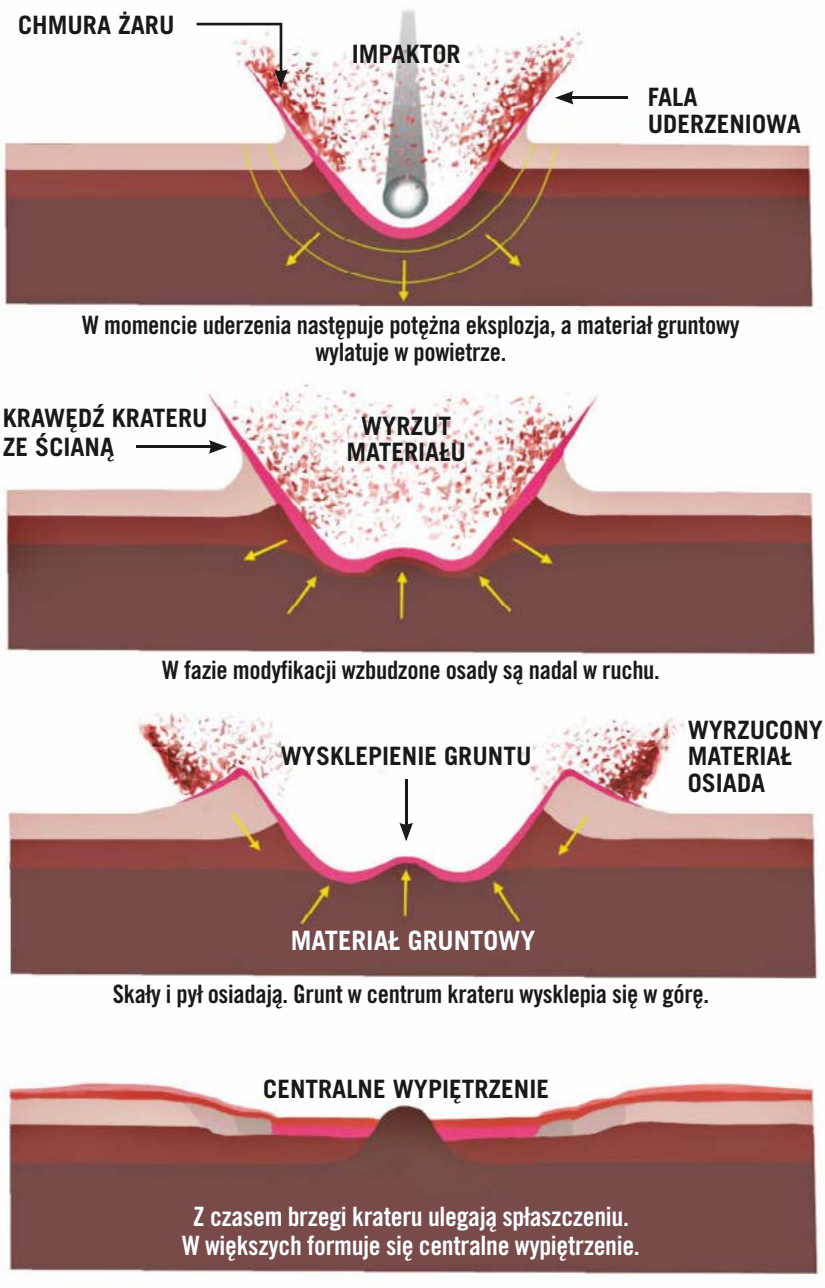
W zależności od wielkości uderzającego obiektu i jego prędkości kratery mogą mieć nawet 300 kilometrów średnicy. Jednak wiele z nich wtopiło się w krajobraz i nie da się ich już zidentyfikować. – *Z czasem większość kraterów uległa erozji lub zniknęła na skutek ruchu płyt tektonicznych. Nasza Ziemia bez przerwy poddaje się recyklingowi* – wyjaśnia prof. Stefan Hölzl, geochemik i emerytowany dyrektor Muzeum Krateru Ries w niemieckim Nördlingen. Choć nie zawsze widoczne, prawie wszystkie kratery są okrągłe. – *Stanowią produkt eksplozji, a w jej trakcie ciśnienie rozchodzi się równomiernie we wszystkie strony* – tłumaczy naukowiec. – *Jednak sam okrągły kształt struktury o niczym jeszcze nie świadczy. Dopiero dzięki badaniom mineralogicznym i geologicznym można ustalić jej pochodzenie.*

Według kosmicznych standardów polowanie na kratery dopiero się zaczęło. Do 1960 roku na Ziemi znany był tylko jeden ślad uderzenia asteroidy: krater Barringera w USA. Jego kosmiczne pochodzenie było oczywiste, gdyż w pobliżu odkryto fragmenty meteorytu. Jest to rzadkie znalezisko, ponieważ zazwyczaj w kraterach nie ma pozostałości po uderzającym obiekcie. – *Kiedy asteroida trafia w powierzchnię Ziemi, energia skupia się w jednym małym punkcie i gwałtownie wzrasta temperatura, która sprawia, że obiekt całkowicie wyparowuje* – opowiada geochemik. Błyskawiczny wzrost ciśnienia i temperatury powoduje zupełne odparowanie asteroid o średnicy nawet kilku kilometrów. Tylko w przypadku nielicznych kraterów można określić, jakie ciało niebieskie doprowadziło do ich powstania. Dlatego, gdy nie można jednoznacznie zidentyfikować obiektu, eksperci mówią o impaktorze.

KOSMICZNE PUZZLE

Krater kryje w sobie wiele tajemnic. W zadziwiający sposób łączy to, co ziemskie, z tym, co kosmiczne. Aby móc kompleksowo odczytać dane z krateru, eksperci różnych dziedzin muszą połączyć siły. >

ANATOMIA UDERZENIA



eprasa.pl 9f201e92a9

PINGUALUIT: JAK KRATER STAŁ SIĘ JEZIOREM?

W północnej Kanadzie panuje wilgotny klimat z obfitymi deszczami w lecie i dużą ilością śniegu w zimie. Wpływa on również na powstały 1,4 mln lat temu krater Pingualuit, który jest niemal idealnie okrągły, ma 3,4 km średnicy i 400 metrów głębokości. Opady utworzyły w nim akwen o głębokości ponad 260 metrów. Ze względu na przejrzystość jego wód Inuici nazywają go Kryształowym Okiem Nunavik. Przypisują oni otoczonemu księżycowym krajobrazem jezioru szczególne moce i uważają, że tym, którzy je odwiedzą, przywraca siły witalne.



eprasa.pl 5201e92a9

– *W ciągu ostatnich dwóch dekad w dużej mierze zrezygnowano z prowadzenia badań w ramach osobnych dyscyplin naukowych* – mówi prof. Hölzl. Dziś ramię w ramię pracują astronauci, inżynierowie, astrofizycy, mineralodzy i geolodzy. Celem współdziałania jest nie tylko lepsze poznanie historii Ziemi. Rozwikłanie zagadek z nią związanych pomaga ludzkości również w badaniu innych ciał niebieskich. – *Jeśli bowiem zrozumiemy, jak powstają kratery, będziemy mogli wnioskować o wnętrzu odległych planet, po prostu obserwując kratery na ich powierzchniach oraz na towarzyszących im księżycach. Dlatego analizy te są bardzo istotne, zwłaszcza w odniesieniu do eksploracji Marsa lub planowanych załogowych misji kosmicznych, takich jak Artemis* – podkreśla uczony. Ale kratery uczą nas także wiele o naszej własnej planecie i życiu na niej. – *Te uderzenia dokumentowane obecnością kraterów są prawdopodobnie najbardziej fundamentalnym procesem w Układzie Słonecznym* – mówi prof. Hölzl. A same planety też powstały w wyniku zderzeń obiektów kosmicznych.

KSIĘŻYCOWY TRENING

Dopiero około 60 lat temu zidentyfikowano bawarski Nördlinger Ries jako krater powstały po uderzeniu asteroidy. Jak prawie wszystkim tego rodzaju reliktom wielkich kosmicznych kolizji, naukowcy początkowo przypisywali mu pochodzenie wulkaniczne. Stało się tak, ponieważ skała o nazwie suewit, która powszechnie występuje w Nördlingen i okolicach, wprowadziła badaczy w błąd. Suewit jest bardzo podobny do miękkiej wulkanicznej skały zwanej tufem. Dziś jednak wiadomo, że suewit mógł powstać tylko w wyniku uderzenia asteroidy lub meteoroidu. Materiał składa się z mieszanki pokruszonych i stopionych lokalnych skał, dla których spoiwo stanowi masa pochodząca z pyłu wytworzonego podczas wybuchu. – *W Ries minerały koezyt i stiszowit dowodzą, że doszło do uderzenia. Są to powstałe pod wysokim ciśnieniem modyfikacje kwarcu* – wyjaśnia geochemik. Oznacza to, że te dwa minerały mają taki sam skład chemiczny jak kwarc, ale różnią się od niego ciaśniejszym ułożeniem atomów. Musiały zatem zostać sprasowane pod ogromnym ciśnieniem. W 1960 roku zauważyli to także dwaj amerykańscy geolodzy, Eugene Shoemaker i Edward Chao, tym samym jednoznacznie identyfikując Nördlinger Ries jako krater uderzeniowy.

Od tego czasu metody badania kraterów znacznie się rozwinęły. – *Dziś przechodzi się od ogółu do szczegółu* – tłumaczy prof. Hölzl. – *Najpierw trzeba zidentyfikować, gdzie znajdują się kandydaci na kratery. Można to zrobić za pomocą zdjęć satelitarnych, na przykład poprzez Google Earth. Po odkryciu potencjalnej struktury uderzeniowej nieodzowne jest wykonanie prac terenowych. Trzeba przyjrzeć się skałom, zebrać materiał i przeanalizować próbki w laboratorium.* W przypadku Nördlinger Ries te prace są stosunkowo proste, gdyż krater i jego stroma krawędź są łatwo dostępne.

Dostrzegła to również NASA, która w latach 70. XX wieku wysłała astronautów z programu Apollo do bawarskiego krateru na szkolenie geologiczne. Okazało się bardzo przydatne, bo ekipa Apollo 14 pod dowództwem Alana Sheparda dowiodła, że większość księżycowych kraterów powstała w wyniku uderzeń asteroid. Tam też znaleziono suewit taki jak w Ries. Fragment tej skały księżycowej stanowi dziś część wystawy w Muzeum Krateru Ries w Nördlingen.

Nie wszystkie kratery są jednak tak dobrze zachowane jak stosunkowo młody Ries, który liczy sobie „raptem" 15 milionów lat. – *Są zwykle „po przejściach". Podlegają erozji pod wpływem wiatru i pogody. Często można znaleźć tylko dolne piętro, podczas gdy górna część jest całkowicie zwietrzała* – wyjaśnia przyczyny nasz ekspert. Co więcej, z czasem wypełniają się wodą. >



ASTEROIDA

Z GRECKIEGO: PODOBNA DO GWIAZDY

Asteroidy, zwane też planetoidami, składają się ze skał, metali i związków węgla. Jeśli asteroida zderzy się z planetą, wyparowuje całkowicie. Meteoroidy są mniejsze od asteroid, ale wyraźnego rozróżnienia między tymi obiektami nie ma.



METEORYT

Z GRECKIEGO: WYSOKO UNIESIONY

Meteoryt to fragment ciała niebieskiego, który nie spłonął całkowicie w atmosferze i spadł na Ziemię. Meteoryt może składać się z litej skały, jak również z metalu (często żelaza).



KOMETA

Z GRECKIEGO: DŁUGOWŁOSA GWIAZDA

Komety wyróżniają się charakterystycznym warkoczem. Może on mieć nawet kilkadziesiąt milionów kilometrów długości – i składa się głównie z lodu, pyłu oraz skał. Szczególnie duże kratery są wynikiem uderzenia komety.

W PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI POZNANIA ZNAJDUJE SIĘ NAJWIĘKSZY ZNANY

KRATER

UDERZENIOWY W POLSCE. JEGO ŚREDNICA WYNOSI 90 METRÓW.



METEORYT MORASKO: KOSMICZNE BOMBARDOWANIE SPRZED 5000 LAT

W rezerwacie przyrody Meteoryt Morasko na obrzeżach stolicy Wielkopolski zwiedzający mogą podziwiać sześć wypełnionych wodą kraterów będących pozostałością nie tak dawnej kolizji z meteoroidem, który rozpadł się w atmosferze. Mają średnicę od 20 do 90 metrów i... ciągle mogą kryć w sobie fragmenty kosmicznych gości. Największy wydobyto w październiku 2017 roku nieopodal rezerwatu Morasko. Ważył aż 271 kilogramów – żaden inny meteoryt znaleziony do tej pory w Polsce nie był tak duży.

– *W przypadku krateru Ries, aby dostać się do jego wnętrza, trzeba najpierw dowiercić się na głębokość 300 metrów. A próbki pobierano z głębokości sięgającej nawet 1200 metrów. Naukowcy z całego świata przyjeżdżają do Nördlingen, aby przyjrzeć się tym rzadkim materiałom i je zbadać* – mówi prof. Stefan Hölzl.

MORDERCA Z KOSMOSU

Silnie zwietrzałe lub zerodowane kratery stawiają przed naukowcami szczególne wyzwania. Przykładem może być Chicxulub w Zatoce Meksykańskiej. Został odkryty przypadkowo w latach 40. XX wieku podczas lotu rozpoznawczego wykonywanego w poszukiwaniu pól naftowych. Mimo intensywnych badań dopiero w 1991 roku krater ujawnił swój mroczny sekret. Okazało się wtedy, że przyczynił się do wymarcia ponad 70 procent gatunków zwierząt żyjących 66 milionów lat temu, w tym dinozaurów. Asteroida o średnicy ok. 10 kilometrów utworzyła 180-kilometrowy krater Chicxulub, spadając do Zatoki Meksykańskiej. Uwolniona energia wywołała tsunami i trzęsienia ziemi. Wulkany na całym świecie pluły ogniem, a lasy w promieniu 1500 kilometrów płonęły od gorąca wytworzonego przez uderzenie. W powietrze wyleciały tysiące kilometrów sześciennych masy erupcyjnej – do atmosfery dostała się siarka, sadza i aerozole. Ta mieszanka zaciemniła niebo na dwa lata, co spowodowało ekstremalne wahania temperatury. Stefan Hölzl opisuje tę reakcję łańcuchową jako niezwykle ważną dla rozwoju życia na Ziemi: – *To jest powód, dla którego tu jesteśmy. Bez tego uderzenia być może do dziś po naszej planecie biegałyby dinozaury.*

Ważny szczegół dotyczący powstania krateru odkrył zespół kierowany przez geologa prof. Ulricha Rillera. Z pokładu statku badawczego Myrtle naukowcy pobrali próbki z odwiertów wykonanych bezpośrednio na głębokości 1350 metrów. Rdzenie wiertnicze zostały prześwietlone za pomocą tomografii komputerowej, a następnie zbadane w Centrum Nauk o Środowisku Morskim Uniwersytetu w Bremie. – *Wyniki naszych analiz potwierdzają hipotezę tzw. fluidyzacji akustycznej, zgodnie z którą skała przez moment zachowuje się jak półpłynna masa* – podsumowuje prof. Riller. Mówiąc prościej, uderzenie wywołuje efekt podobny do topienia wosku. Ciało stałe zmienia się na krótki czas w ciecz, a następnie wraca do pierwotnej postaci.

W ciągu ostatnich 60 lat naukowcy zdobyli sporą wiedzę na temat kraterów, ich powstawania i znaczenia dla historii Ziemi. Niemniej jednak ciągle natrafiają na interesujące zagadki, jak np. rola kalcytu, minerału, który występuje w skałach krateru Ries. – *Do tej pory wciąż w dużej mierze nie zbadano, jaką rolę odegrał ten minerał w tworzeniu kraterów* – mówi prof. Stefan Hölzl. – *Możliwe, że służy jako rodzaj smaru.* Jego współpracownicy z Uniwersytetu Ludwika i Maksymiliana w Monachium chcą sprawdzić to założenie. W ten sposób być może uda im się wydobyć z ciemności krateru na światło dzienne kolejny sekret. ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr hab. Marek Błaś, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowaniu Środowiska Uniwersytetu Wrocławskiego
ZDJĘCIA: Science History Images, OBNW/Alamy/BEW (2); Stephan Hoerold/Gallo Images; NASA Earth Observatory, NASA/Courtesy of Denis Sarrazin/Wikimedia Commons (2); NASA; Shutterstock arch. (4)

eprasa.pl 9f201e92a9



Dezodorant Super Deo rewelacyjnie neutralizuje przykry zapach potu pach i stóp. Super Deo to niemiecka wysoka jakość!

Dezodorant Super Deo: super wolność od zapachu potu!

Nieprzyjemny zapach, wilgotne pachy, ciało pokryte potem. I to fatalne uczucie, że nasz zapach przeszkadza innym. Na nic świeża koszula, eleganckie ubranie, zadbany wygląd, gdy nie możemy poradzić sobie z przykrym zapachem naszego potu.

Prawie każdy to zna, niektórzy bardziej, inni mniej. Niby normalna rzecz, bo przecież w ten sposób organizm broni się przed przegrzaniem, ale jednak pocenie się mocno utrudnia codzienne funkcjonowanie. Przeszkadza szczególnie podczas podróży pociągiem, metrem, tramwajem, autobusem.

Często przegrzewamy się, to oczywista prawidłowość. Wówczas mechanizm chłodzący organizmu działa na pełnych obrotach. Kiedy normalne chłodzenie (rozszerzanie naczyń krwionośnych) nie wystarcza, organizm zaczyna wydzielać pot. Ma to swoje konsekwencje. Wstydzimy się nieprzyjemnego zapachu, obfitego pocenia, stresuje nas to w codziennym życiu, odbiera pewność siebie, często przez tę dolegliwość unikamy kontaktów z ludźmi. Tymczasem nie jest trudno poradzić sobie z tym problemem, trzeba sięgnąć po odpowiedni dezodorant. Powinien to być produkt wysokiej jakości, cieszący się uznaniem wielu klientów, jak **Super Deo firmy Reutter** wykonany z wysokogatunkowej krystalicznej skały. Jest delikatny, gdyż nie zawiera alkoholu i jest odpowiedni dla każdego rodzaju skóry, dla pań, panów, młodzieży.

Super Deo nie oziębia pach, jak wiele innych dezodorantów. Musi być produktem uznanym, dającym pozytywne efekty, jak dezodorant **Super Deo**. Gdy posmarujemy nim skórę powstaje ultra cienka antybakteryjna warstwa ochronna. To ona właśnie usuwa przykry zapach potu pod pachami, czy stopami, delikatnie je przy tym pielęgnując. Jego zapach nie powinien kłócić się z zapachem naszych perfum – **Super Deo** jest bezwonny. Nie powinien zostawiać plam na ubraniu i ciele, taką gwarancję daje tylko wysokiej jakości, markowy produkt jakim jest **Super Deo**.

Musi być wydajny. **Super Deo** działa przez cały dzień, a opakowanie wystarcza na rok. Testowany dermatologicznie. Co ważne: powinien być to produkt oryginalny i sprawdzony. **Super Deo firmy Reutter** zaufali klienci w wielu krajach i to od lat, gdyż jest oryginalny i super dobry. **Oryginalny dezodorant Super Deo jest dostępny w aptekach i sklepach medyczno-zielarskich.**

Pierwszorzędny dezodorant!

Super Deo jest niewielki, ale ma ogromną moc!

Firma Reutter poleca doskonały dezodorant z krystalicznej skały.
Wystarcza aż na rok. Bezzapachowy, dla Pań i Panów.
Skutecznie eliminuje przykry zapach potu.

Uwaga! – Nie zostawia plam!
Testowany dermatologicznie.

Super Deo to wypróbowany oryginalny dezodorant!



DOSTĘPNY W APTEKACH I SKLEPACH MED.-ZIEL.

Cena: ok. 19 zł

Firma REUTTER GmbH/ Niemcy

eprasa.pl 9f201e92a9



eprasa.pl 9f201e92a9