

KEVIN PETER HAND

**POZAZIEMSKIE
OCEANY**

POSZUKIWANIE ŻYCIA
W GŁĘBINACH KOSMOSU

Tłumaczenie: Zuzanna Lamża

Rozdział pierwszy

Oceaniczne światy na Ziemi i poza nią

Jeśli wiemy cokolwiek o życiu na Ziemi, to – że znajdujemy je tam, gdzie znajdujemy wodę. Woda jest podstawą życia, jakie znamy. Jest płynnym bulionem umożliwiającym zachodzenie wszystkich reakcji chemicznych w naszych komórkach: to w niej rozpuszcza się wiele ze składników, których organizmy – i te duże, i te niewielkie – potrzebują, aby wzrastać i metabolizować. Każda żyjąca komórka jest maleńkim bułkiem wody, w której odbywają się złożone procesy życia. Z tego względu, kiedy poszukujemy życia w Układzie Słonecznym, najpierw zwracamy się w stronę tych miejsc, w których woda w stanie ciekłym albo wciąż jest obecna, albo mogła być obecna w przeszłości.

Historia poszukiwań życia pozaziemskiego jest po części historią o tym, jak nasza błękitna kropka¹ sięga w przestrzeń kosmiczną w poszukiwaniu śladów życia na innych ciałach niebieskich. Jak roślina badająca wąsami czepnymi swoje otoczenie, nasza mała planetka wysyła swoich robotycznych emisariuszy, by oplątując inne planety, wypatrywali odpowiedzi i odsyłali jej informacje.

Za pomocą zautomatyzowanych pojazdów my, ludzie, zgłębiały tajemnice naszego Układu Słonecznego od ponad pięćdziesięciu pięciu lat. Pierwszą misją kosmiczną, której udało się zbliżyć do innej planety, był przelot sondy Mariner 2 w pobliżu Wenus 14 grudnia 1962 roku. Od tamtej pory wysłałmy całą armadę statków kosmicznych w kierunku Słońca

i rozmaitych planet, księżyców, asteroid i komet, z których znakomita większość krąży w wewnętrznych obszarach Układu Słonecznego. W tym samym okresie tylko ośmiu z nich nakazaliśmy zbadanie światów leżących na jego odległych krańcach, poza pasem planetoid.

To właśnie dane zebrane przez te sondy – Pioneer, Voyager, Galileo, Cassini, New Horizons i Juno – pozwoliły nam odkryć głębokie prawdy dotyczące tego, co znaczy, że ciało niebieskie nadaje się do zamieszkania. Misje te zrewolucjonizowały nasz pogląd na to, gdzie w naszym Układzie Słonecznym może istnieć woda w stanie płynnym i – co za tym idzie – gdzie mogło rozwinąć się życie.

Dziś mamy dobre powody, by przypuszczać, że pod powierzchnią lodowych skorup przynajmniej sześciu księżyców leżących w zewnętrznym obszarze Układu Słonecznego znajdują się oceany wody. Niektóre z tych płynnych do dzisiaj zbiorników prawdopodobnie istniały przez większą część historii układu. Trzy z owych oceanicznych światów – Europa, Ganimedes i Kallisto – krążą wokół Jowisza: to trzy z czterech wielkich księżyców tej planety, odkrytych w 1610 roku przez Galileusza. Czwarty z nich, Io, jest najbardziej aktywnym wulkanicznie ciałem niebieskim naszego Układu Słonecznego i jest pozbawiony wody. Przynajmniej dwa kolejne oceaniczne światy, Tytan i Enceladus, orbitują wokół Saturna. Istnieją również przesłanki, by sądzić, że także Tryton, interesujący księżyc Neptuna, obiegający go w kierunku przeciwnym do ruchu obrotowego samej planety, skrywa pod swoją powierzchnią ocean.

A są to tylko te światy, na temat których zgromadziliśmy znaczną ilość danych i dowodów. Oceany mogą występować w wielu innych miejscach. Na Plutonie może płynąć absurdalnie zimny ocean o prawdziwie obcej chemii, złożony z wody zmieszanej z amoniakiem i metanem. Któryś z księżyców należących do dziwnego zgromadzenia wokół Urana – na przykład Ariel czy Miranda – również może chować ocean pod skorupą.

Poza tym wiele oceanicznych światów mogło odejść w niebyt wraz z ewolucją Układu Słonecznego: wiele wskazuje na przykład na to, że przez większą część swojej wczesnej historii wielka planetoida Ceres miała płynny ocean, mogły je kiedyś mieć także Mars i Wenus. U zarania dziejów naszego układu planetarnego oceany przypuszczalnie były powszechnym zjawiskiem, zarówno na powierzchni planet takich jak Wenus, Ziemia czy Mars, jak i głęboko pod lodową skorupą ciał niebieskich składających się na pas planetoid i krążących poza nim. Dziś jednak najwięcej wody znajduje się w zewnętrznych obszarach Układu Słonecznego.

To rozróżnienie – ciekłej wody *w przeszłości* i ciekłej wody *obecnie* – jest kluczowe. Jeśli naprawdę chcemy dowiedzieć się, co wprawia w ruch pozaziemskie organizmy, musimy znaleźć te, które są żywe teraz, a to wymaga obecności i utrzymania się wody w stanie ciekłym.

Cząsteczki składające się na życie (na przykład DNA i RNA) nie utrzymują się długo w zapisie kopalnym: rozpadają się gdzieś po tysiącach, czasem milionach lat, czyli po dosłownie chwili w geologicznej skali czasowej. Kości i inne struktury mineralne są znacznie trwalsze i przemieniają się w skamieniałości. Skamieliny zaś są wspaniałe, ale nie są w stanie powiedzieć nam wszystkiego o organizmach, z których powstały.

Weźmy Marsa. Mniej więcej 3,5 miliarda lat temu mogły na nim panować świetne warunki do życia. Dzięki autonomicznym pojazdom mechanicznym, między innymi łazikom Spirit, Opportunity i Curiosity, wiemy dziś, że jego powierzchnię pokrywały bogate pod względem chemicznym jeziora i przypuszczalnie również olbrzymie oceany. Jeśli w tym wodnym środowisku powstało życie, w skałach pochodzących z tamtej zamierzchłej epoki mogły zachować się po nim jakieś chemiczne bądź strukturalne „skamieniałości”. Nie byłibyśmy jednak w stanie wydobyć z nich żadnych dużych cząsteczek w rodzaju DNA. Nasze badania Marsa

w dużej mierze skupiają się na przeczesywaniu skał w poszukiwaniu jakichkolwiek śladów pradawnego życia, które wygięło bardzo dawno temu.

Oczywiście, gdybyśmy znaleźli je w marsjańskich skałach, to byłoby absolutnie niezwykle odkrycie. Mnie jednak pozostawiłoby z poczuciem niedosytu. Ja chcę znaleźć życie, które toczy się teraz, życie, które istnieje, a nie które istniało.

To ważne, ponieważ chcę naprawdę zrozumieć, jak działa życie. Jakie reakcje biochemiczne sterują życiem na innych planetach? Na Ziemi wszystko opiera się na DNA, RNA, ATP i białkach. Całą tę niesamowitą różnorodność form łączy ta sama zasadnicza biochemia. Wszyscy, od żyjących w najbardziej ekstremalnych warunkach mikroorganizmów po najbardziej szalone gwiazdy rocka, funkcjonujemy w ramach modelu DNA, RNA, ATP i białko. Chcę wiedzieć, czy da się to zrobić inaczej.

Czy życie może bazować na jakichś innych biochemicznych podstawach? Czy łatwo, czy trudno jest je zacząć? Czy biochemia dająca początek życiu zawsze ciąży ku DNA i RNA? A może to zbieg okoliczności sprawił, że właśnie te cząsteczki najlepiej sprawdzają się jako fundament życia na Ziemi, ale już niekoniecznie gdzie indziej? Gdyby udało nam się znaleźć istniejące życie w którymś z oceanicznych światów, moglibyśmy naprawdę spróbować znaleźć odpowiedzi na te pytania.

Spójrzmy na to jeszcze szerzej: pomyślmy o ludzkiej wiedzy jako takiej.

Kiedy Galileusz po raz pierwszy zwrócił swój teleskop ku nocnemu niebu i zaczął śledzić blade punkciki światła, które dostrzegł wokół Jowisza, rozpoczął rewolucję w fizyce. Co noc rysował Jowisza i ułożenie owych światełek względem niego. Na początku sądził, że to muszą być gwiazdy, których nie był w stanie dostrzec gołym okiem: nazwał je nawet „gwiazdami medycejskimi” – na cześć rodu Medyceuszy, który fundował jego badania (Galileusz nie był głupcem).

Astronom szybko jednak zdał sobie sprawę, że punkty światła, których położenie z taką skrupulatnością odnotowuje, wcale nie są gwiazdami: były to księżyce orbitujące wokół Jowisza. Odkrycie to ściągnęło mu na kark hiszpańską inkwizycję i wpędziło go w poważne tarapaty, które skończyły się aresztem domowym. Sam pomysł, że jakiegokolwiek ciała niebieskie mogłoby krążyć wokół czegoś innego niż Ziemia, był herezją. Ówczesny ogląd świata wierny był arystotelesowskiej kosmologii, z wszechświatem kręcącym się wokół umieszczonej centralnie Ziemi. Odkrycie Galileusza stało w sprzeczności z tym światopoglądem i stanowiło silny dowód na poparcie rosnącej w siłę rewolucji kopernikańskiej, zgodnie z którą planety krążą wokół Słońca – z czego wynikało również, że gwiazdy, które widzimy, same mogą być słońcami dla swoich własnych planet.

W kolejnych dziesięcioleciach postępy w matematyce i fizyce pozwoliły nam zauważyć, że prawa fizyki działają także poza Ziemią. Grawitacja, energia i pęd rządzą zachowaniem się obiektów zarówno tutaj, na naszej planecie, jak i w cudownych światach poza nią.

W stuleciu następującym po tych odkryciach rozwinęła się chemia, w końcu dostarczając nam narzędzi, dzięki którym mogliśmy poznać strukturę Słońca, gwiazd i planet. Pierwiastki układu okresowego składały się na wszystko na naszej planecie i poza nią. Okazało się, że chemia także działa poza Ziemią.

W XX wieku, wraz z nastaniem ery kosmicznej, nasi badacze – zarówno ci ludzcy, jak i ci zautomatyzowani – Księżyc, Wenus, Marsa, Merkurego i szeregu planetoid dowiedli, że poza Ziemią działają także fundamentalne prawa geologii. Nasz Układ Słoneczny (i nie tylko) pełen jest skał, minerałów, gór i wulkanów.

W przypadku biologii jednak jeszcze nie udało nam się zrobić tego kroku. Czy biologia działa także poza Ziemią? Czy zjawisko, które kochamy i nazywamy życiem, występuje

także poza naszą planetą? To zjawisko nas definiuje, a mimo tego nadal nie wiemy, czy jest uniwersalne. To proste, ale kluczowe pytanie, w którym tkwi sedno tego, kim jesteśmy, skąd pochodzimy i w jakim wszechświecie dane jest nam żyć.

Czy biologia jest zjawiskiem niewiarygodnie rzadkim, czy też pojawia się zawsze, kiedy wystąpią ku temu odpowiednie warunki? Czy żyjemy w biologicznym wszechświecie?

Jeszcze nie znamy odpowiedzi. Ale po raz pierwszy w historii ludzkości jesteśmy w stanie przeprowadzić ten wspaniały eksperyment. Dysponujemy technologią i narzędziami, które umożliwiają nam zbadanie i przekonanie się, czy w odległych oceanach naszego Układu Słonecznego życie daje o sobie znać.

W poszukiwaniu drugiego początku

Żeby odpowiedzieć na te pytania, musimy udać się do miejsc, gdzie życie może istnieć dzisiaj i gdzie składniki konieczne do jego powstania miały wystarczająco dużo czasu, by doprowadzić do drugiego, niezależnego początku.

Ten drugi, niezależny początek jest kluczowy. Spójrzmy jeszcze raz na Marsa. Nawet gdybyśmy znaleźli ślady życia na tej planecie, nasza zdolność do wyciągania wniosków na temat jego form czy na temat marsjańskiego życia w ogóle byłaby ograniczona. Mars i Ziemia krążą po prostu zbyt blisko siebie i są ze sobą zbyt mocno związane: od wczesnego dzieciństwa wymieniają się skałami. Kiedy Układ Słoneczny i planety były jeszcze stosunkowo młode, Ziemia i Mars były regularnie bombardowane przez asteroidy, rzeźbiące na ich powierzchniach krater i wyrzucające w przestrzeń chmury materii. Niektóre z tych kawałków kosmicznego rumoszu mogły uciec ziemskiej grawitacji i obrać trajektorię, która ostatecznie zaprowadziła je na Marsa (i *vice versa*).

Ponieważ wiemy, że w czasie wielu z tych uderzeń życie na Ziemi już kwitło, przypuszczenia, że wśród wyrzuconej materii mogli znaleźć się jacyś mikrobiologiczni autostopowicze, nie są całkowicie pozbawione podstaw. Istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że niektórzy z nich byli w stanie przetrwać kosmiczną podróż i zderzenie z powierzchnią Marsa. Nawet gdyby na każdej skale przeżyło zaledwie kilka drobnoustrojów, w historii Układu Słonecznego miało miejsce tyle uderzeń i tyle materiału zostało wyrzucone w kosmos, że całkowitą liczbę ziemskich organizmów, które dostały się na Marsa, szacuje się na dziesiątki miliardów komórek. Gdyby jedna z takich ziemskich skał przedarła się przez marsjańską atmosferę jakieś trzy miliardy lat temu i wpadła w któreś z tamtejszych jezior lub oceanów, wszystkie znajdujące się na niej szczęśliwie ocalałe mikroby mogłyby znaleźć sobie przytulny nowy dom na Czerwonej Planecie.

Możliwość ta, jakkolwiek wydawałaby się nikła, znacząco utrudniłaby nam rozstrzygnięcie, czy życie, które odkryliśmy na Marsie, powstało na nim całkowicie niezależnie i osobno od naszego – czy było rzeczywiście marsjańskie. Życie na Marsie mogło pochodzić z Ziemi i na odwrót.

Jeśli w prądawnych marsjańskich skałach znajdziemy skamieniałe szczątki drobnoustrojów, nie będziemy w stanie orzec, czy ich podstawą było DNA, czy też jakaś inna biochemia. Z braku przekonujących dowodów na drugi, niezależny początek życia na Marsie musielibyśmy prawdopodobnie przyjąć, że przybyło ono z Ziemi.

Tak naprawdę nawet gdybyśmy na powierzchni Marsa lub pod nią natknęli się na wciąż kwitnące życie, nadal nie do końca wiedzielibyśmy, skąd się tam wzięło. Wyobraźmy sobie, że w marsjańskiej wiecznej zmarzlinie albo w jakiejś głęboko położonej warstwie wodonośnej znajdujemy żywe mikroorganizmy i że istoty te także bazują na biochemii ufundowanej na DNA. Choć pewnie nie bylibyśmy w stanie podpiąć ich pod nasze drzewo życia, wspólne biochemiczne

podstawy musiałyby doprowadzić nas do wniosku, że życie ziemskie i marsjańskie miały jakiś wspólny początek – niezależnie od tego, czy zostało ono zawleczone z Ziemi na Marsa czy na odwrót.

Mimo że w takim wypadku nie moglibyśmy też wykluczyć możliwości, że życie oparte na DNA pojawiło się na Marsie w wyniku konwergencyjnej ewolucji biochemicznej, trudno byłoby definitywnie rozdzielić te dwa scenariusze i ostatecznie nie dysponowalibyśmy niezbitymi dowodami na drugi początek. Jedynym naprawdę przekonującym argumentem za drugim początkiem życia na Marsie byłoby odnalezienie żywych organizmów niekorzystających z mechanizmów DNA. Nawet wtedy jednak wciąż mielibyśmy do rozważenia i odrzucenia kilka możliwości, które wskazywałyby mimo wszystko na ich ziemskie pochodzenie.

Oceaniczne światy w zewnętrznych obszarach Układu Słonecznego nie nastroczają tego typu problemów. Po pierwsze, skupiamy się na ciałach niebieskich posiadających oceany w stanie ciekłym, a więc na tych, które mogłyby skrywać istniejące dziś życie – takie, którego biochemię moglibyśmy szczegółowo zbadać. Po drugie, „problem siewu” jest w tym przypadku niemal zaniedbywalny. Bardzo niewiele skał wyrzuconych z Ziemi doleciałoby w okolice Jowisza czy Saturna. W symulacji komputerowej opracowanej przez planetologa Bretta Gladmana z Uniwersytetu Kolumbii Brytyjskiej sześć milionów „skał” zostało wystrzelonych z powierzchni Ziemi w losowych, wyznaczonych grawitacyjnie trajektoriach wokół Słońca. Z tych sześciu milionów jedynie około pół tuzina rozbiło się na powierzchni Europy, nieco więcej na Tytanie.

Fragmenty skał uderzają w Europę z taką prędkością, że natychmiast wyparowują; żaden nie byłby w stanie przebić jej lodowej powłoki. W związku z tym gdyby nawet jakiemś drobnoustrojowi udało się przetrwać samo uderzenie, pozostałby na powierzchni księżycy, narażony na działanie ostrego

promieniowania. Wysokoenergetyczne elektrony i jony z pola magnetycznego Jowisza, chłostające Europę jak deszcz, ugotowałyby i pozbawiły życia każdy ocalały mikroorganizm.

Podsumowując: byłoby cholernie ciężko zaszcześcić na Europie – czy na jakimkolwiek oceanicznym świecie w zewnętrznych Układzie Słonecznym – ziemskie życie. Nawet gdybyśmy więc odkryli tam życie oparte na DNA, uzasadnione byłoby stwierdzenie, że organizmy te reprezentują drugi, niezależny początek życia.

W tym miejscu powinienem wyjaśnić, że jeśli chodzi o poszukiwania odrębnego, drugiego początku życia i mechanizmów biochemicznych, które mogą różnić się od naszych, nie mam na myśli tego, co nazywam „dziwnym życiem” – czyli życia, które nie wykorzystuje wody jako głównego rozpuszczalnika i węgla jako głównego budulca. Wrócimy jeszcze do tego tematu przy omawianiu powierzchni Tytana, ale póki co, kiedy mówię o „alternatywnych biochemiach”, nadal odnoszę się do życia bazującego na wodzie i węglu. „Alternatywny” oznacza tutaj perspektywę znalezienia innych cząsteczek, które wszystkim rządzą: zamiennika dla DNA.

Kiedy usiłujemy przekonać się, jak biologia działa poza Ziemią, zaczynamy od tego, co działa na Ziemi. Życie oparte na wodzie i węglu sprawdza się na naszej planecie, więc szukamy podobnych środowisk również poza nią.

Nie oznacza to, że zrozumienie natury wodno-węglowego życia na Ziemi przyszło nam z łatwością. Ziemskie oceany zawsze były kluczowe dla historii życia na Ziemi i dla tego, jak nasza planeta równoważy ekosystemy na skalę globalną. Jak we wstępie do serii swoich książek *Ocean World* twierdził Jacques-Yves Cousteau, „ocean to życie”. Przez tysiąclecia istoty z głębin zasiedlały naszą wyobraźnię i kierowały naszym naukowym dążeniem do złożenia w całość drzewa życia na Ziemi.

Nasz własny kosmiczny ocean

Historia poszukiwań życia pozaziemskiego jest również historią poznawania naszych oceanicznych głębin i skrywanych przez nie tajemnic. Być może widzieliście kiedyś stare mapy, na których nieodkryte jeszcze morza usiane były potworami morskimi, olbrzymimi kałamarnicami i smokami. Na jednym z globusów z 1510 roku zapisano zdanie, które miało stać się synonimem nieznanymi niebezpieczeństw: *Hic sunt dracones* – „Tu są smoki”².

Ocean od niepamiętnych czasów jest źródłem mitów i legend. Był – i nadal jest – domem dla kosmitów bliższego nam rodzaju. Jak udało nam się zgłębić nasz własny ocean i jego liczne sekrety?

Wyprawa *Challenger*, rozpoczęta w grudniu 1872 roku i zakończona cztery lata później, była pierwszą, która miała zbadać życie w głębinach oceanów. Korweta HMS *Challenger*, należąca do brytyjskiej Królewskiej Marynarki Wojennej, niosła swoją załogę przez wszystkie oceany świata i przebyła odległość równą jednej trzeciej drogi do Księżyca. Do dziś pozostaje jedną z najważniejszych i najbardziej pionierskich ekspedycji badawczych, jakie kiedykolwiek wyruszyły w rejs. Główny naukowiec misji, Charles Wyville Thomson, uzyskał pozwolenie marynarki na przeprowadzenie generalnego remontu statku: usunięto z pokładu większość uzbrojenia i zastąpiono je instrumentami badawczymi i laboratoriami. Wśród różnych przyrządów znalazła się osobliwa szpula liny z przytroczonym na końcu ciężarkiem. To proste narzędzie okazało się kluczowe dla dokonania wielkiego odkrycia.

W marcu 1875 roku, kiedy HMS *Challenger* znajdował się na południowy zachód od wyspy Guam, linkę tę zrzucano na głębokość 8,2 kilometra – głębiej niż jakkolwiek wcześniej. Późniejsze ekspedycje dowiodły, że *Challenger* odnalazł najgłębszy rów oceaniczny na Ziemi, Rów Mariański, osiągający w najgłębszym miejscu niemal 11 kilometrów głębokości.

Zespół pracujący na statku za pomocą sieci i dragów wyciągał z głębin wszystko, co się nawinęło. Wiele ze złapanych stworzeń było niczym więcej niż galaretowatą, bezkształtną masą: kształty i funkcje bezkręgowców prawdziwie docenić można jedynie w ich naturalnym środowisku. Eteryczne, obce piękno meduzy wyciągnięte na pokład statku zredukowane zostaje do bezbarwnej mazi.

Sfrustrowani niemożnością prowadzenia bezpośrednich obserwacji stworzeń z głębin, badacze przez wieki głowili się, w jaki sposób dotrzeć do czeluści oceanu. Oryginalnym rozwiązaniem tego problemu były dzwony nurkowe. Jeśli kiedykolwiek zdarzyło wam się przewrócić kajak do góry dnem i płynąć pod nim, korzystając z uwięzionego pod kadłubem powietrza, macie doświadczenie w podstawowej obsłudze dzwonu nurkowego. Wyobraźcie sobie, że kajak został obciążony tak, żeby opadł na dno rzeki lub jeziora: zamknięta pod nim kieszeń powietrzna stanowiłaby wtedy zapas powietrza dla każdego, kto byłby na tyle śmiały, by wybrać się na taką wycieczkę.

Jeśli wierzyć rysunkom i innym doniesieniom, historia tego wynalazku sięga epoki Aleksandra Wielkiego, kilku stuleci przed naszą erą³. W zabawnym splocie móż i gwiazd nie kto inny jak Edmund Halley, odkrywca komety Halleya, unowocześnił dzwon nurkowy: w jego wersji powietrze mogło być wymieniane i zastępowane świeżym, dostarczanym z powierzchni za pomocą obciążonych kanistrów na linie.

W 1691 roku, niecałe dziesięć lat po zaobserwowaniu komety, która miała później nosić jego imię, Halley i pięciu jego kolegów opuściło się w dzwonie nurkowym na głębokość niemal 20 metrów w Tamizie. Był to niewielki, ale ważny krok w podróży człowieka w głębinę, otwierający nam oczy na życie pod powierzchnią.

Prawdziwy przełom w odkrywaniu oceanicznych głębin nastąpił natomiast na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych XX wieku, kiedy to zespół złożony z inżyniera Otisa

Bartona i biologa Williama Beebe'a stworzył i umieścił w wodzie swoją batysferę – pustą w środku stalową kulę o średnicy zaledwie 1,5 metra, z okienkami ze szkła kwarcowego o grubości niemal 8 centymetrów. Stalowe liny łączyły ją z kołowrotem na statku, dzięki czemu mogła być swobodnie opuszczana i podnoszona. Dodatkowe kable elektryczne umożliwiały zanurzoną komunikację z powierzchnią i dostarczały światło.

W 1934 roku para odkrywców – przy wsparciu kolegów ze swojego zespołu z Towarzystwa Zoologicznego w Nowym Jorku, między innymi przyrodniczek Glorii Hollister i Jocelyn Crane oraz inżyniera Johna Tee-Vana – osiągnęła swój długi wyczekiwany cel: zesłała na głębokość ponad pół mili (niemal jednego kilometra).

Beebe i Otis dokonali jeszcze wielu zanurzeń w pobliżu wyspy Nonsuch na północy Bermudów, a stworzenia, które obserwowali, zapęfniały katalogi nowych, nigdy dotąd nie-schwytanych gatunków. Ich zespół jako pierwszy badał organizmy żyjące w głębinach oceanu w ich naturalnym środowisku.

Tak Beebe opisywał swoje surrealistyczne doświadczenie zanurzenia się na głębokość 760 metrów w sierpniu 1934 roku: „Podczas takiego opuszczania się w głąb morza są określone momenty silnych emocyj. Przedewszystkiem w chwili pierwszego błysku reflektora, t.j. na głębokości 204 metrów. Zdaje się wtedy, jakby w tej chwili zamykały się wrota, wiodące do górnego świata. Zieloność, będąca w całej naturze najbardziej rozpowszechnionym kolorem roślin, dawno znikła już z nowego naszego kosmosu, jednocześnie ze znikaniem flory morskiej ponad naszymi głowami”⁴. W swoich artykułach i audycjach radiowych Beebe wielokrotnie porównywał punktowe światła bioluminescencyjnych stworzeń rozświetlające ciemne głębinę morza do migoczących na tle nocnego nieba gwiazd. Po udanym nurkowaniu z Bartonem na rekordową głębokość 923 metrów pisał: „Jedynym wiekiuistem,

najgodniejszym i nie schodzącem nam z myśli miejscem, które zasługuje na porównanie z tym cudownym, leżącym w głębinie oceanu krajem, jest zapewne tylko naga przestrzeń, znajdująca się daleko poza atmosferą, hen, pośród gwiazd, gdzie słońce nie ma już żadnego wpływu na pył międzyplanetarnego powietrza, gdzie nieprzemierzony mrok przestrzeni, świecące planety, komety, słońce i gwiazdy muszą naprawdę pozostawać w bliskim pokrewieństwie ze światem tego życia, jakie ukazuje się oczom przejętego grozą człowieka, porzuconego w oceanie na 900-metrowej z górą głębokości”⁵.

Powiązania między morzem a przestrzenią kosmiczną co i rusz pojawiają się w historii ludzkich poszukiwań. Kiedy w 1962 roku NASA wysyłała w kierunku Wenus swój pierwszy międzyplanetarny statek kosmiczny, nadano mu miano kojarzące się nie z astronomią, ale z tonią wodną: nazwano go Mariner, Żeglarz.

Zaledwie zaś na dwa lata przed tym, jak sonda Mariner przeleciała w pobliżu Wenus, ludzie po raz pierwszy sami udali się w najgłębszą otchłań oceanu: zanurzyli się 11 kilometrów pod powierzchnię wody w obszar Rowu Mariańskiego zwany Głębią Challengerera. W roku 1960 roku Trieste, wążący 100 ton wehikuł złożony z kuli zdolnej pomieścić dwójkę pasażerów (Jacques’a Piccarda i Dona Walsha) oraz olbrzymiego unoszącego się na wodzie pływaka wypornościowego z paliwem, dotknął najgłębiej położonego punktu naszego wszechoceanu.

Niektórzy mieli nadzieję, że wyprawa batyskafu Trieste⁶ będzie stanowiła początek ambitnego programu eksploracji najgłębszych otchłani naszych oceanów. Ten podwodny statek, zaprojektowany przez szwajcarskiego wynalazcę Auguste’a Piccarda (ojca Jacques’a), skonstruowany w regionie Włoch, od którego wzięł swoje imię, i zakupiony przez marynarkę Stanów Zjednoczonych, był kulminacją całych stuleci badań oceanu w poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie nie o to, co rozciąga się nad powierzchnią oceanu, lecz – co leży pod nią.

Podczas tego historycznego dokonania niewiele udało się dostrzec: osady, które uniosły się z dna morskiego, zasłoniły większość widoku, a Piccard i Walsh nie mogli zbyt długo pozostawać na dnie. Głębiny oceanu w znacznej mierze pozostały poza zasięgiem ludzkiego oka.

Niemniej jednak już siedemnaście lat po lądowaniu Trieste na dnie Rowu Mariańskiego, wiosną 1977 roku, ta sama otchłań umożliwi nam nowe spojrzenie na to, jak życie rozwija się w jednym z najbardziej ekstremalnych środowisk na planecie. Światło dzienne ujrzą prawdziwi kosmici zamieszkujący nasz własny ocean.

W tamtych czasach trudno było wyobrazić sobie, że na naszej planecie wciąż istnieją jakieś ekosystemy, których dotąd nie opisaliśmy: kontynenty zostały zmapowane, bieguny zdobyte, ludzie dotknęli najgłębiej położonego punktu na Ziemi, ślady stóp dwunastu osób znaczyły nawet powierzchnię Księżyca. Jakich rewolucyjnych odkryć można było jeszcze dokonać?

Jak się okazuje, mnóstwo.

Tamtej wiosny 1977 roku grupa naukowców wyruszyła, by zbadać Ryft Galapagos, obszar dna morskiego położony w pobliżu wysp Galapagos. Chcieli sprawdzić, co może być przyczyną obserwowanych w tym regionie anomalii temperaturowych. Poprzednie ekspedycje mierzyły te odchylenia za pomocą przyrządów opuszczanych na linach do wody i ciągniętych przez ocean. Przypuszczano wówczas, że to płyty tektoniczne wokół rozszerzającego się ryftu powodują miejscowe pojawianie się dużych ilości ciepła: gorące skały miały podgrzewać wodę, proste.

W ramach ekspedycji naukowcy wykorzystali amerykański pojazd podwodny Alvin w nadziei na poczynienie istotnych obserwacji i odkryć z zakresu geologii. To, co znaleźli, podważyło jednak same podstawy innej dziedziny: biologii.

Dzięki reflektorom Alvina na głębokości ponad 2000 metrów ludzkim oczom ukazały się struktury przypominające

wysokie, skrzycone, buchające „dymem” kominy, przywodzące na myśl huty z czasów rewolucji przemysłowej. To, co się znad nich unosiło, nie było jednak dymem, lecz wyrzucanymi do oceanu chmurami plynów o temperaturze niemal 400°C – choć to znacznie więcej niż temperatura wrzenia, płyny te nie mogą wrzeć: nie pozwala im na to wysokie ciśnienie panujące na tych głębokościach. Te „przegrzane” ciecze zawierają w sobie gazy (takie jak wodór, metan i siarkowodór), a także rozpuszczone pod wpływem wysokiej temperatury i ciśnienia minerały. Zespół pilotujący Alvina natknął się na coś, co dziś nazywamy kominem hydrotermalnym – potężne, tryskające gorące źródło na dnie oceanu.

Niespodzianką było nie tyle samo istnienie takich kominów, ile piękny i przedziwny ekosystem je otaczający. Kominy hydrotermalne, niczym głębinowa wersja wodopojów na afrykańskiej sawannie, wokół których gromadzą się zwierzęta, okazały się żywicielami nigdy wcześniej niewidzianych stworzeń – wieloszczetów, jaskrawobiałych ryb przypominających węgorze czy całych gór złotych małży – które najwyraźniej świetnie radziły sobie w tym ekstremalnym środowisku, gdzie zgodnie z powszechną opinią nie powinny przeżyć żadne zwierzęta. A jednak tam były.

Jak udawało się im przetrwać? Na czym opierał się ten zdumiewający ekosystem?

Na powierzchni Ziemi u podstaw łańcucha pokarmowego leży fotosynteza. Algi i rośliny pobierają energię ze Słońca, wchłaniają dwutlenek węgla, z którego pozyskują niezbędny do budowy elementarnych struktur życia węgiel, po czym wydalają tlen. Małe organizmy i zwierzęta zjadają te fotosyntetyzujące, po czym same zostają zjedzone przez większe i tak dalej.

Na dnie oceanu jednak nie ma Słońca: znany nam łańcuch pokarmowy załamuje się. Światło słoneczne przenika do głębokości około 300 metrów, ale poniżej tej granicy fotosynteza nie wchodzi w grę.

Co zatem było podstawą łańcucha pokarmowego przy kominach hydrotermalnych? Tutaj na scenę wchodzi skład chemiczny kominów, oferujący niezbędne składniki odżywcze i tworzący oazy życia na dnie morza. Kominy wyrzucają z siebie wodór, metan, siarkowodór i cały szereg metali: wiele tego okazuje się smakowitym kąskiem dla mikroorganizmów. Drobnoustroje zamiast fotosyntezą posługują się chemosyntezą. Przedrostek „chemo-” oznacza, że syntetyzują one to, czego potrzebują do życia, nie z fotonów niesionych ze Słońca, ale z substancji chemicznych dostarczanych przez kominy.

Chemosynteza stanowi podstawę łańcucha pokarmowego ekosystemu utrzymującego się wokół kominów. Mikroorganizmy żywią się wyrzucanymi przez nie płynami i gazami, po czym są pożerane przez większe organizmy, które same padają ofiarą jeszcze większych i tak dalej. W niektórych przypadkach większe zwierzęta wchodzi w relację symbiozy z drobnoustrojami – goszczą je w swoim ciele w zamian za uzdatnianie wody. Koniec końców, podczas tego historycznego zanurzenia w 1977 roku w pobliżu Ryftu Galapagos odkryto nowy i bardzo zaskakujący typ ekosystemu. Dowiedziano, że życie – małe i duże – może kwitnąć tam, gdzie dotychczas uważano to za niemożliwe.

Zaledwie dwa lata później, w marcu i lipcu 1979 roku, bliźniacze sondy Voyager przelecą w pobliżu Jowisza, przesyłając na Ziemię pierwsze zbliżenia Europy i innych wielkich księżyców gazowego olbrzyma. Obrazy te staną się podstawą przypuszczeń, że oceany płynnej wody mogą istnieć tam, gdzie dotychczas uważano to za niemożliwe.

W czasie tego krótkiego okresu pod koniec lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku dwa pozornie zupełnie niezwiązane ze sobą, niesamowite odkrycia położyły podwaliny pod nowy paradygmat poszukiwań życia pozaziemskiego. Perspektywa istnienia kosmicznego oceanu w stanie ciekłym stała się jeszcze bardziej ekscytująca, kiedy dzięki odkryciu kominów hydrotermalnych stało się jasne, że życie może bujnie rozwi-

jać się w ciemnych, całkowicie odciętych od Słońca rejonach naszych mórz, w warunkach być może podobnych do tych, jakie panują w oceanie pokrytym lodem.

Nasz własny kosmiczny ocean, skryty w otchłani, dostarczył nam światełko nadziei, że życie może kwitnąć także w odległych, pozaziemskich oceanach. W kolejnych rozdziałach opowiemy szczegółowo, dlaczego naszym zdaniem oceany poza Ziemią naprawdę istnieją oraz czemu sądzimy, że nadają się do zamieszkania. Najpierw jednak musimy poznać strefę optymalną do zamieszkania i dowiedzieć się, dlaczego możemy w nią wliczyć niektóre z tych pokrytych lodową skorupą księżyców. Żeby to zrozumieć, zaczniemy od klasycznej opowieści o Złotowłosej.