

HELEN CZERSKI

Błękitna machina

Wnikliwa, błyskotliwa podróż po globalnym oceanie...

— **Andrew Robinson**, *Nature*

Jak ocean napędza świat

Tytuł oryginału: The Blue Machine: How the Ocean Works

Tłumaczenie: Krzysztof Sawka

ISBN: 978-83-289-2656-1

Copyright © Helen Czerski, 2023.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

Polish edition copyright © 2026 by Helion S.A.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz wydawca dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

helion.pl/user/opinie/blemac

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

WWW: helion.pl (księgarnia internetowa, katalog książek)

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

Wprowadzenie	17
--------------------	----

Część pierwsza **Czym jest błękitna machina?**

1. Natura morza.....	37
Temperatura	38
Dlaczego ciepło?	42
Chłód pod tropikalnym niebem	45
Spiętrzona woda	49
Dzieło sztuki namalowane temperaturą	50
W ryzach pogody	56
Sól	62
Radzenie sobie z solą	73
Kluczowe cechy charakterystyczne: temperatura i zasolenie	76
Gęstość	76

Najniezwykleszy statek polarny	79
Największy wodospad na świecie	87
Obrót	89
Efekt Coriolisa	92

2. Kształt wody morskiej 98

Wierzch	99
Fale i wojna	104
Powierzchnia oceanu nie jest płaska	108
Dno	110
Pierwszy człowiek eksplorujący głębiny oceaniczne	112
Najgłębsza dziura na świecie	115
Wyboiste dno	118
Dramat rozgrywający się w głębinach	120
Pole ziemniaków morskich	125
Dlaczego nie należy porównywać głębokiego oceanu do Księżyca?	130
Krawędzie	132
Miejsca pomiędzy	134
Podążając za wodorostami	140
Wejścia i wyjścia	145
Spektakularna podróż przez granicę	146
Kształtowanie krawędzi na własne podobieństwo	152

3. Anatomia oceanu 158

Jak bardzo różne jest różne?	159
Niewidzialna ręka Neptuna	161

Jak woda może zatrzymać statek?	164
Ruch poziomy	168
Tyrania grawitacji	174
Przeciekająca powierzchnia	180
Paradoks życia w oceanie	182
Łączenie kluczowych składników	183
Czas i przyływ	184
Otwarty ocean	189
Kręciołek	190
Flota skarbów w monsunie	196
Ocean i piramidy	202
Mroźna północ	204

Część druga

Podróżowanie po błękitnej maszynie

4. Posłańcy	219
Światło	220
Antena wielkości planety	224
Kolor wody	229
Billboardy oceanu	234
Dźwięk	238
Zamieszanie wokół plamiaka	243
Zaskoczeni dźwiękiem	248
Opowieści wielorybie	252

„Chciałbym być z wami, ale cieszę się, że mnie tam nie ma”	258
---	-----

Komunikaty długodystansowe	266
----------------------------------	-----

5. Pasażerowie 268

Tułacze	268
---------------	-----

Nadzieja na oceaniczną gorączkę złota	271
---	-----

Dryfując przez życie	273
----------------------------	-----

Archiwizacja żywego oceanu	274
----------------------------------	-----

Uczta z morskich darów	281
------------------------------	-----

To, co wchodzi, musi wyjść	288
----------------------------------	-----

Pływający nawóz	293
-----------------------	-----

Wieże fitoplanktonu	299
---------------------------	-----

Węgiel	304
--------------	-----

Diamenty nie są wieczne	304
-------------------------------	-----

Gdy ocean bierze głęboki oddech	311
---------------------------------------	-----

Podążając śladem węgla	315
------------------------------	-----

Naukowcy od kupy	317
------------------------	-----

6. Podróżnicy 327

Masz odbyć(y), będziesz podróżować	328
--	-----

Wyprawy pingwina	330
------------------------	-----

Śledząc śledzących	334
--------------------------	-----

Polowanie na wiry na wielkim błękitnym morzu	340
--	-----

Wielka rozłaka	347
----------------------	-----

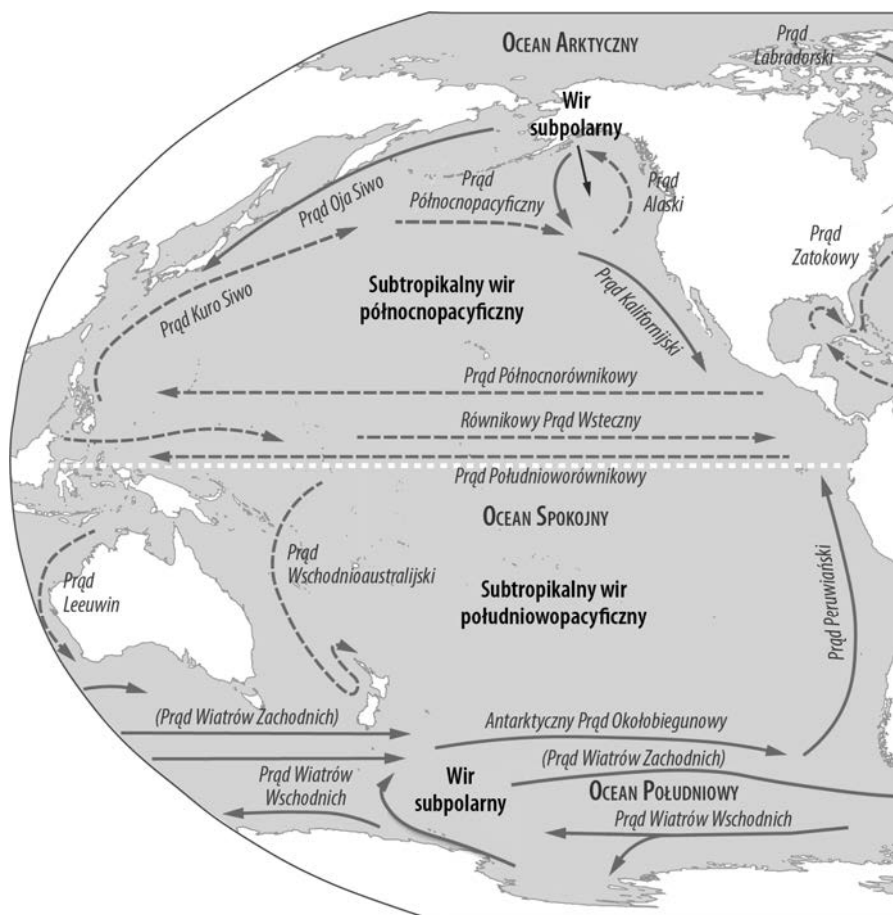
Odrodzenie	354
------------------	-----

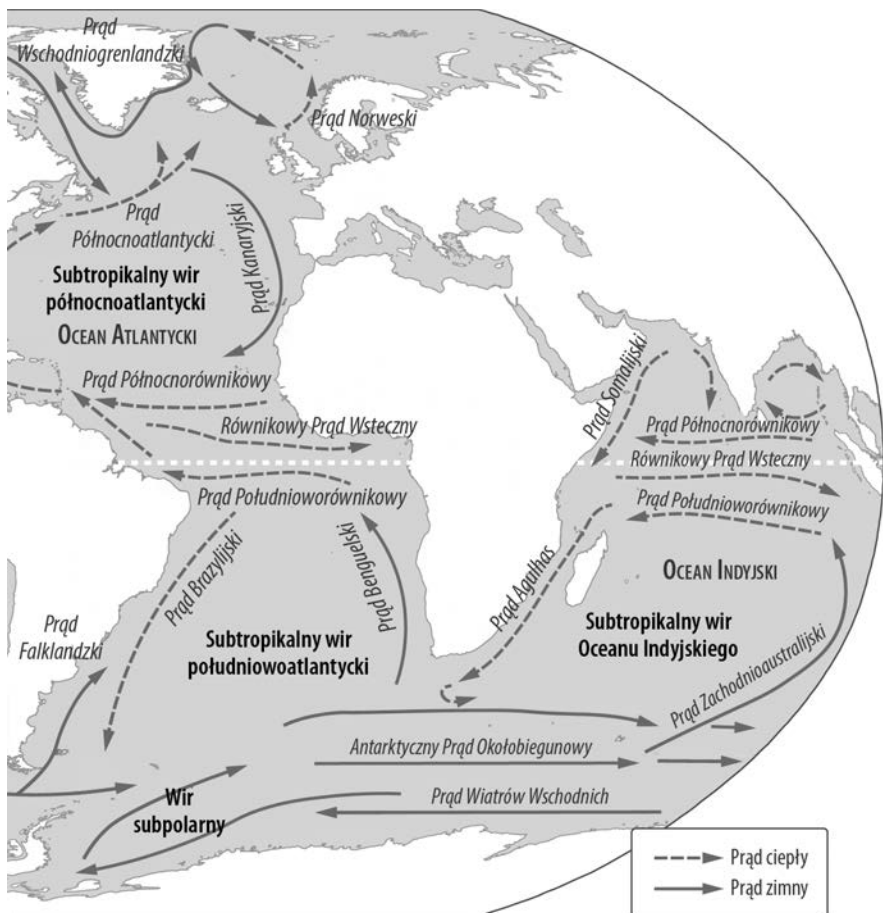
Część trzecia

Błękitna machina i my

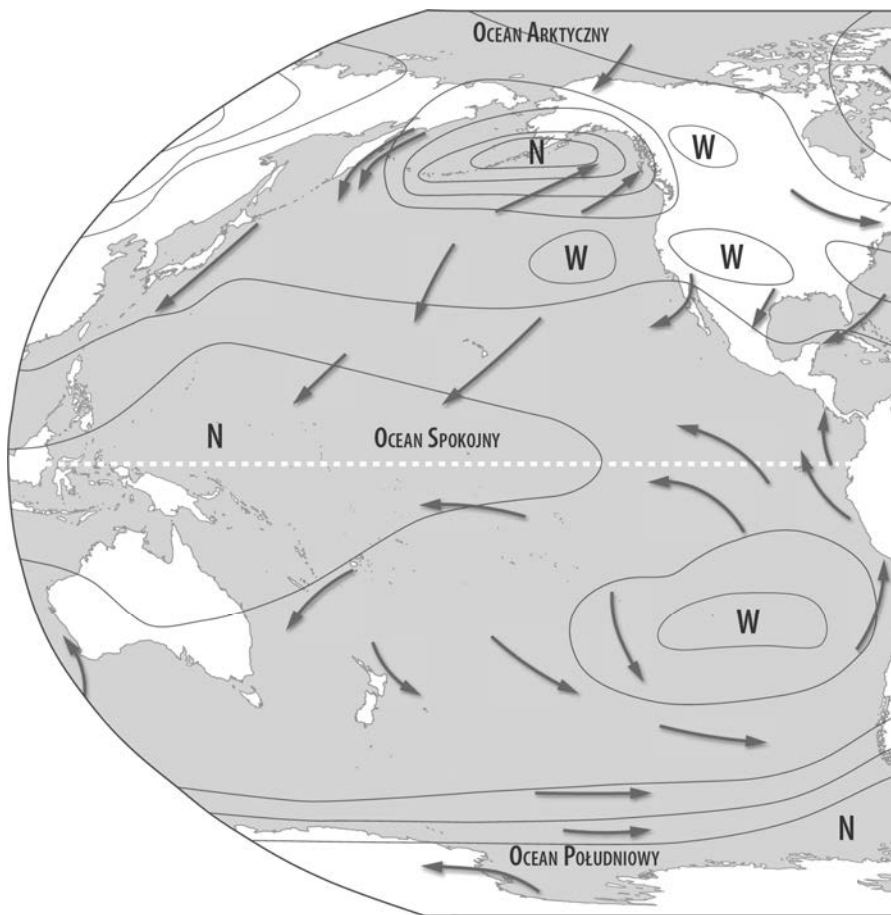
7. Przyszłość.....	363
Najbardziej podstawowy problem	364
(Niektóre) inne problemy	368
Szerszy obraz	374
Najpotężniejsze narzędzia: perspektywa, wiedza i pokora	377
Skoro już nam zależy, jak powinniśmy działać?	379
Wartości	380
Ludzie i ocean	386
 Podziękowania	 389
 Bibliografia.....	 393
 O autorce	 439

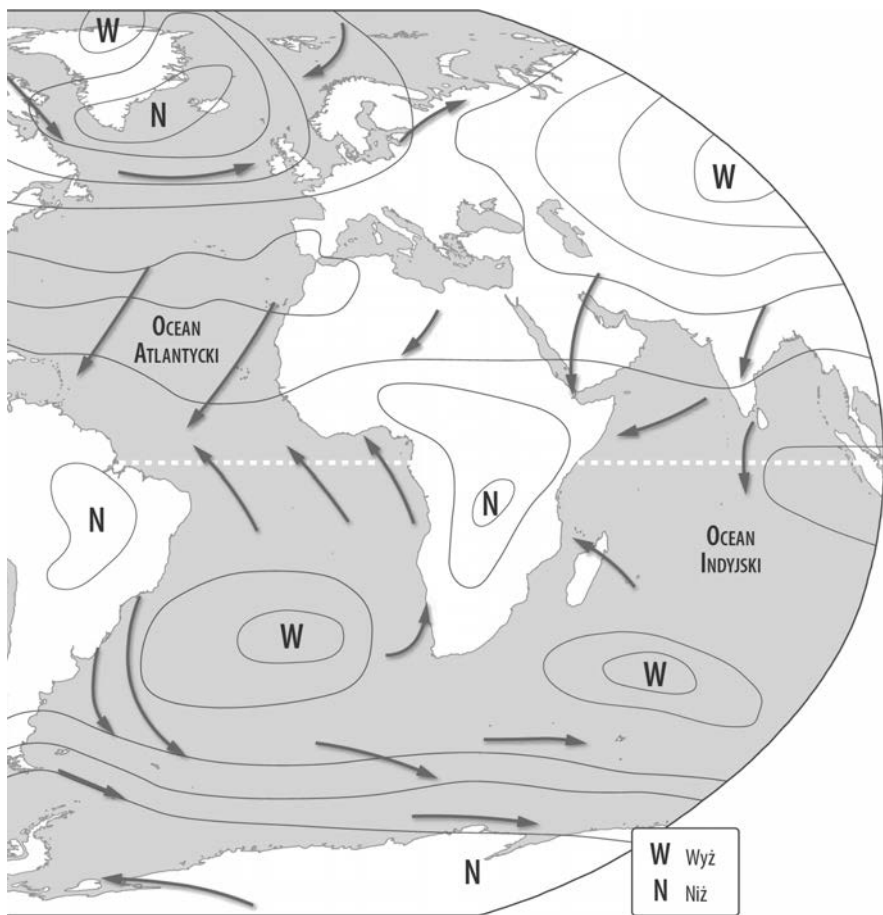
Prądy oceaniczne





Wiatry oceaniczne





Wprowadzenie

Równik

NASZE KANU UNOSI SIĘ CICHO W CIEMNOŚCI, drobinka dryfująca pod rozgwieżdżonym niebem. Czekamy, podczas gdy atramentowy błękit wyłania się zza horyzontu, stopniowo pochłaniając kolejne gwiazdy i odsłaniając gigantyczną sylwetkę krateru Haleakalā, większego z dwóch uśpionych wulkanów Maui. Kilka metrów dalej między nami a wschodnim horyzontem kołysze się łódź wsparcia. Siedzę na piątym miejscu od przodu w sześciuosobowej pirodzie polinezyjskiej¹, a *ama*, dodatkowy pływak, unosi się na wodzie po mojej lewej stronie, łącząc w wyjątkowy sposób kanu z oceanem. Woda jest gładka jak lustro, a wokół nas panuje cisza i spokój. Czekamy.

Wyczekiwany moment nadchodzi tuż przed skąpaniem wulkanu Haleakalā w pierwszych różowych promieniach słońca. Kimokeo Kapahulehua staje na burcie łodzi wsparcia, zwrócony twarzą do pirogi, ubrany w szorty, koszulkę i *lei* z liści ti. Woła zarówno do nas, jak i do naszych kolegów na łodzi wsparcia. Znam niewiele hawajskich słów, ale rozumiem go, ponieważ jest to znajome wyrażenie

¹ Piroga polinezyjska — tradycyjna łódź mieszkańców wysp Pacyfiku, rodzaj kanu z dodatkowym pływakiem, który łączy się z kadłubem za pomocą dwóch drewnianych drążków — *przyp. red.*

głębokiego hawajskiego związku z oceanem. Piroga to nie tylko fizyczny obiekt zaprojektowany do praktycznego celu. Każdy jej aspekt jest symbolem pracy zespołowej — budowa, transport, wiosłowanie i konserwacja — a to właśnie praca zespołowa spaja wyspiarskie narody. Chodzi w niej o *‘ohana*, rozszerzoną rodzinę, i o opiekę nad ludźmi w twojej pirodze. Ocean stanowi tu dom w takiej samej mierze jak ląd. Jest zmienny i bywa niebezpieczny, ale jeśli okażesz pokorę, chęć obserwacji i nauki, to ocean będzie cię wspierał i zaopatrywał w swoje dary.

Dziś wyruszamy w podróż wokół drugiego wulkanu Maui, Mauna Kahālāwai, z Zatoki Kahului aż do Kihei. Przydadzą się nam umiejętności, sprzyjająca pogoda i łut szczęścia, by warunki na oceanie pozwoliły doprowadzić tę wyprawę do końca. Niezależnie od tego, czy się uda, najważniejszy jest czas spędzony razem i to, czego nauczymy się po drodze. Ten rytualny moment trwa zaledwie kilka minut, ponieważ tutaj, na równiku, słońce wschodzi szybko. Gdy jasne liliowe i różowe kolory wypełniają niebo za kraterem Haleakalā, Kimokeo intonuje melodię, a my wszyscy się do niego przyłączamy. *E ala e* to pierwsza i najważniejsza pieśń, której uczy się każde hawajskie dziecko, przeznaczona na tę kluczową chwilę, gdy światło słoneczne po raz pierwszy muska ocean i rozpoczyna się nowy dzień.

Pod bezchmurnym niebem niemal czujemy się zalewani intensywnym światłem słonecznym. Cam, sterujący pirogą z szóstego miejsca tuż za mną, woła: *Ho‘omākaukau!*, a my unosimy wiosła. Trzymamy je w powietrzu przez ostatnią chwilę w bezruchu, gdy pierwszy promień jasnego słońca dotyka oceanu przed nami. Następnie pada komenda: *Imua!* i sześć wiosel jednocześnie zanurza się w wodzie. Rozpoczyna się wyprawa.

Biegun

Pięć miesięcy później leżę na brzuchu na krawędzi ogromnej kry lodowej². Mój kolega Matt stoi na drewnianej platformie o wymiarach 3 na 3 m unoszącej się na powierzchni oceanu, a ja przywiązuję linę do jej ścianki. Temperatura wody wynosi $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, zasadniczo jest ona znacznie cieplejsza niż powietrze (które dziś ma $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$), ale o wiele skuteczniej odbiera ciepło, więc skupiam się na tym, by moje palce i lina pozostały suche. Na platformie wznosi się przysadzista, okrągła, metalowa kopuła, a resztę przestrzeni zajmuje istny rój obsługujących ją urządzeń mechanicznych: duże metalowe skrzynki i akumulatory wymieniające dane, elektrony i powietrze z „królową” w środku za pomocą grubych kabli. To eksperyment Matta, zaprojektowany, by wychwytywać i zliczać maleńkie cząsteczki, które ocean wyrzuca do atmosfery. Sprawdzam zrobiony węzeł i wstaję, upewniając się, że nic nie wypadło z kieszeni mojego ciężkiego kombinezonu wypornościowego. Kiedy kiwam głową, Matt rusza przez krę lodową, by sprowadzić pomoc. Wesoło podskakujący pompon na jego czapce nieco psuje wizerunek „poważnego polarnego naukowca”, do którego z całą pewnością aspiruje.

Poświęcam kilka minut na podziwianie widoku, co jest rzadką przyjemnością. Dwa kilometry dalej, po drugiej stronie kry lodowej, widzę szwedzki lodołamacz Oden, nasz dom przez dwa najbliższe miesiące. Pośrodku kry unosi się przywiązany czerwono-biały balon wielkości małego kampera, a do niego podłączony jest dzisiejszy eksperyment naukowy. W przeciwnym kierunku rozciąga się na setki mil lodowa biel. Jesteśmy zaledwie kilka mil morskich od bieguna północnego, a letni łód morski ma tu ok. 2 m grubości. Kry lodowe wokół nas przesuwają się i trzeszczą, poruszając się powoli, ale na tyle szybko, żeby nasze miejsce pracy wyglądało inaczej każdego ranka. Tego popołudnia chmury unoszą się, odsłaniając rzadko widoczne błękitne niebo bezpośrednio nad nami, ale stamtąd nigdy nie padają promienie słoneczne. Słońce tutaj skrada się wokół

² Kra lodowa to płyta pływającego lodu. Ta, o szerokości 2 km, była niezwykle duża — większość kier bywa znacznie mniejsza.

horyzontu, zawsze pozostając na jego poziomie i rzucając niezwykle długie cienie, gdy chmury na to pozwolą. Mimo że znajdujemy się w środku sześciomiesięcznego, nieprzerwanego dnia polarnego, światło słoneczne wydaje się jedynie ozdobnikiem — kaskadą miękkiego, subtelnego i zimnego blasku. Przepływ energii jest tu w większości niewidoczny, skierowany w górę, a nie w dół. Wokół mnie Ziemia promieniuje, emitując światło podczerwone, gdy resztki ciepła ulatują ku niebu. Bez chmur jako przeszkody ta energia cieplna po prostu ucieka w przestrzeń kosmiczną. Bezchmurny dzień dziś oznacza zimny dzień jutro, gdyż lód i ocean tracą energię na rzecz wszechświata. Ten proces jest kluczowym elementem bilansu energetycznego Ziemi, ale wciąż nie potrafimy go dokładnie przewidzieć. Na tej krze lodowej znajdujemy się w samym środku tych mechanizmów, otoczeni płynnym zegarem, i chcemy je *zrozumieć*. Grupa naukowców na Odenie przybyła tu, aby obserwować, mierzyć i analizować to spektakularne środowisko, używając najnowocześniejszego sprzętu i logiki do odkrycia wewnętrznych mechanizmów oceanu i atmosfery.

Matt wraca z trójką naszych kolegów. Zbieranie danych w naturalnym środowisku wymaga ciężkiej pracy, często związanej z dużym wysiłkiem fizycznym. Chcemy, aby platforma unosiła się z dala od krawędzi lodu, by mogła dokonywać pomiarów na otwartej wodzie. Ciągając długie liny w zespołach, z dużym wysiłkiem i głośnym sapaniem udaje nam się zwodować platformę i obserwujemy, czy pozostanie na miejscu. Gdy jesteśmy zadowoleni z jej pozycji, mocujemy ją i przygotowujemy się do powrotu na statek. Pod lodem, na którym stoimy, ocean jest głęboki i ciemny, cichy i zimny, zawsze obecny, ale rzadko będący w centrum uwagi.

Oceany Ziemi są ogromne, a jednak wydają się niewidoczne. Musielśmy polecieć w kosmos, aby stwierdzić, że definiującym aspektem naszej planety jest woda, nie ląd. Program Apollo wysłał ludzi na Księżyc, ale uważam, że jego najważniejszym osiągnięciem było

umożliwienie nam zobaczenia Ziemi w całej jej okazałości. Dwa z najbardziej wpływowych zdjęć w historii na zawsze zmieniły naszą perspektywę: „Wschód Ziemi” (ang. *Earthrise*), zrobione w 1968 r. podczas misji Apollo 8, oraz „The Blue Marble”, wykonane w 1972 r. podczas misji Apollo 17. Gdy już je ujrzysz, nie możesz zapomnieć tego widoku i jego znaczenia — kruchej błękitnej sfery unoszącej się w kosmosie, wraz ze wszystkim, co znamy. Jednak nawet wtedy błękit postrzegano jako płótno, na którym namalowano lądy, pustą przestrzeń między wielkimi kontynentami i tajemnicę, którą można było odłożyć na później, po rozwiązaniu ważniejszych spraw. Pięćdziesiąt lat po programie Apollo ludzie wreszcie zaczynają zwracać należytą uwagę na to, co kryje się w tych rozległych błękitnych przestrzeniach. Bardzo późno. Jednak wyprawy w kosmos dały nam niezbędny punkt wyjścia: pustą mapę do wypełnienia.

Mapy Ziemi są jak bogate i zadziwiające skarbnice, a globusy są jeszcze lepsze. Anatomia naszej planety jest pełna fascynujących szczegółów: linii brzegowych, pasm górskich, rzek i łańcuchów wysp, pełnych powtarzających się wzorów, a jednocześnie tak zróżnicowanych. Ta różnorodność wydaje się niczym nieograniczona i tak jest w istocie — im bliżej się przyglądasz, tym więcej jest do zobaczenia. Pofałdowane kontynenty nadają kształt błękitnym oceanom, a my dzielimy planetę na lądy i morza. Naturalne jest oznaczanie stałych formacji lądowych, a te oznaczenia mogą przetrwać bez zmian dziesiątki lub setki lat. Jednak wszystkie wspaniałe oglądane przeze mnie mapy są winne wprowadzania nas w błąd w pewnej fundamentalnej kwestii. Sprawiają one, że łatwo zapomnieć o jednej z najważniejszych i najbardziej zachwycających cech naszej planety: ocean znajduje się w ciągłym *ruchu*.

Ziemia to gigantyczny silnik, dynamiczna płynna elektrownia, która otacza naszą planetę i jest połączona z każdym aspektem naszego życia. Ma elementy w każdej skali, od potężnego Prądu Zatokowego płynącego przez Atlantyk po maleńkie bąbelki pękające na szczycie łamiącej się fali. To piękny, elegancki, ściśle upleciony system, pełen zaskakujących powiązań i głębokich konsekwencji. Ta złożoność może się wydawać przytłaczająca, ale w największej skali logika jest prosta. Tym, którzy chcą zrozumieć cyniczne aspekty

polityki, radzi się „podążać za pieniędzmi”, ale fizyka planetarna jest odporna na ludzki cynizm. Nasze zadanie jest prostsze i bardziej satysfakcjonujące. Kluczem do rozwikłania wewnętrznej logiki oceanów jest ukłon w stronę instynktu fizyka i podążanie za energią.

Nasza planeta przechwytuje zaledwie niewielką część potężnej energii emitowanej przez Słońce, zapobiegając jej dalszemu przepływowi przez kosmos i kierując ją na znacznie wolniejszą ścieżkę poprzez mechanizmy ziemskie: ocean, atmosferę, lód, życie i skały. W swojej wędrówce przez system planetarny energia ta jest przenoszona przez wiatry atmosferyczne i prądy oceaniczne, buduje zarówno potężne dęby, jak i delikatne porosty na kamiennych murach, unosi codziennie biliony ton wody w niebo, zasila każdego człowieka, sowę i mrówkę na Ziemi, a także napędza laptop, na którym piszę tę książkę. Oceaniczny silnik jest sercem systemu, gromadząc większość tej przepływającej energii w postaci ciepła lub ruchu. Oceany są głębokie i rozległe, pełne ogromnych prądów poruszających się w różnych kierunkach i na różnych głębokościach, gdy woda krąży wokół globu, ogrzewając i ochładzając swoje otoczenie. Jednak energia jest ulotnym, zawsze tylko tymczasowym gościem. Ostatecznie, po wielu cyklach recyklingu, energia ta ucieka z Ziemi w postaci ciepła i wznawia swoją podróż przez wszechświat. Pierwsza zasada termodynamiki mówi, że energii nie można ani stworzyć, ani zniszczyć, więc gigantyczne przepływy do i z planety są równoważone. Ziemia jest jedynie kaskadą przekierowań, niezdolna do zatrzymania tego potoku, ale czerpiąca z niego, gdy przepływa obok; a ocean jest silnikiem przekształcającym światło słoneczne w ruch, życie i złożoność, zanim wszechświat upomni się o swoje.

Światło słoneczne dociera do każdego zakątka Ziemi, ale jest bardziej intensywne w pobliżu równika, ponieważ tam słońce znajduje się wysoko nad głową, więc regiony równikowe otrzymują znacznie więcej energii słonecznej niż bieguny. Jednak Ziemia traci ciepło dużo bardziej równomiernie, a sporo energii ucieka z regionów polarnych. Oznacza to, że w ciągu roku regiony równikowe zyskują czystą energię z kosmosu, a bieguny ją tracą. Ten kontrast prowadzi do bardzo ważnego wniosku: atmosfera i oceany nie tylko magazynują energię przepływającą przez system, ale także ją redys-

trybuują. Jest to dominujący wzorzec stojący za silnikiem oceanicznym: przenoszenie energii od równika do biegunów. Wszystkie aspekty oceanu i jego wpływ na nasze życie pasują gdzieś do tej mozaiki: prądy i burzliwe morza, parująca woda oceaniczna, która później spada jako deszcz nad Amazonią, erozja wybrzeży, migrujące ryby i unoszący się w powietrzu, tymczasowo wędrujący przez atmosferę śluz wielorybi, wyrzucony z otworu oddechowego największego ssaka na Ziemi. Wszystkie te elementy mają do odegrania swoją rolę.

Porównanie oceanu do silnika nie jest pustą metaforą. Definicja silnika mówi, że jest to mechanizm przekształcający inne formy energii (zwykle ciepło) w ruch. Przyzwyczailiśmy się do skrzyń z metalowymi tłokami napędzającymi pomysłowo połączone koła zębate i dźwignie, uruchamiane wystarczająco wysokimi temperaturami, by usmażyć jajko. Rewolucja przemysłowa dawno minęła, ale mała armia entuzjastów wciąż podtrzymuje świat pary przy życiu — jak można całkowicie porzucić technologię o tak wyjątkowym charakterze? Stalowe smoki napędzane parą są piękne i satysfakcjonujące w sposób rzadko spotykany we współczesnym świecie, ponieważ dokładnie widać, jak działają. Ten tłok napędza to koło, które obraca ten mały element itd. — ta elegancka sekwencja przyczyny i skutku jest hipnotyzująca. Ale silnik nie musi być zbudowany z litych materiałów.

Gdy ląd, ocean i atmosfera pochłaniają energię słoneczną, to się nagrzewają. Część tego ciepła niemal natychmiast wywołuje ruch poprzez konwekcję — ciepła woda może ogrzać powietrze nad nią, czyniąc je lżejszym, więc świeżo ogrzane powietrze często się unosi, podczas gdy chłodniejsze powietrze wsuwa się pod nie. Gdy wiatr przemieszcza się nad powierzchnią oceanu, powietrze naciska na wodę, przekazując energię z powrotem do oceanu w postaci fal, a energia ta ostatecznie rozprasza się znów w ciepło oceanu. Ale to tylko jedna z dróg, którymi może podążać napływająca energia w tej fascynującej mozaice. Błękit Ziemi jest ściśle powiązany z innymi globalnymi składnikami: atmosferą, lodem, życiem i lądem, a cała ta piątka współpracuje jako jeden system. Jednak to ocean jest głównym graczem w ziemskiej maszynierii planetarnej. Silnik,

jakim jest ocean, przekształca światło słoneczne w gigantyczne podwodne prądy i wodospady, transportując składniki niezbędne do życia: substancje odżywcze, tlen i pierwiastki śladowe, takie jak potas i żelazo, kształtując nasze wybrzeża i przenosząc ciepło. To nie jest zwyczajny silnik, lecz największy z nich wszystkich: silnik wielkości planety. Ma całą elegancję najbardziej pomysłowych silników stworzonych przez człowieka, ale mechanika jest tu subtelniejsza i bardziej skomplikowana. Zamiast schludnego tłoka mamy do czynienia z przepływem wody, który łączy zbiorniki na przeciwnych biegunach planety; z pewnością coś się dzieje, ale trudno powiedzieć, *co* dokładnie oddziałuje na *co*. Niemniej jednak jest to absolutnie silnik, przekształcający światło i ciepło w ruch na niezliczone sposoby.

Najbardziej frustrujące w tym silniku jest to, że tak trudno go bezpośrednio obserwować. Kiedyś zapytano mnie, jaki niemożliwy wynalazek chciałabym posiadać. Odpowiedź mogła być tylko jedna: lornetkę pozwalającą zajrzeć w głąb oceanu tak, jak możemy patrzeć w niebo. Wyobraź sobie, że stoisz na dziobie statku i spoglądasz w dół, obserwując majestatyczne prądy sunące nad rozległymi podwodnymi pasmami górskimi, ogromne chmary drobnych morskich stworzeń odbywających codzienną pionową wędrówkę z głębin ku powierzchni, a może nawet dostrzegasz wielkich oceanicznych wędrowców: czterometrowe tuńczyki, żółwie czy rekiny błękitne. Choć taka lornetka nie będzie dostępna w najbliższej przyszłości, wciąż możesz zobaczyć ten silnik w działaniu, jeśli wiesz, gdzie patrzeć. My, ludzie, nie żyjemy w jego wnętrzu, ale prawie wszystko, co on robi, ma na nas wpływ. Przez lata myśleliśmy, że jesteśmy niezależnymi obserwatorami, spoglądającymi z ciekawością na wzburzoną powierzchnię, ale w rzeczywistości przypominamy małeńkie mrówki żyjące na brzegach tego wielkiego, błękitnego, płynnego mechanizmu, całkowicie zależne od jego działania. To taka zmiana perspektywy, która może przyprawić o zawrót głowy.

Ludzie i ocean

Jako obywatele Ziemi nie możemy uciec przed wpływem oceanów i nie powinniśmy tego chcieć. Ludzkość od pokoleń korzysta z tego głębokiego błękitnego silnika, nasze małe i kruche statki odkrywały nowe ziemie tam, gdzie niosły nas prądy, nie zważając na wewnętrzne mechanizmy głębin. Bitwy były wygrywane i przegrywane w zależności od tego, co ocean nam zgotował, a całe społeczeństwa rozwijały się wokół jego żyznych obszarów, reagując na niewidoczne mechanizmy oceaniczne bez wiedzy o tym, dlaczego ryby były *tu*, a nie *gdzie indziej*. Nawet na lądzie to, które regiony najlepiej nadają się do rolnictwa, często dyktują pobliskie morza. Ocean jest głęboko wpleciony w ludzką kulturę, a jego nici zawsze prowadzą z powrotem do tego silnika i ostatecznie do przepływu energii. Ale inteligentni i spostrzegawczy ludzie z wielu kultur, mimo że nie mogli zobaczyć pełnego obrazu, dostrzegali jego fragmenty i zdobywali głęboką wiedzę o swoich wodach, w zupełności wystarczającą do żeglugi, łowienia ryb, odkrywania, handlu i polegania na oceanach jako źródle utrzymania. Wiedza przenikała do kultury, a mity i opowieści służyły do wyjaśniania wzorców i tworzenia podstaw myślenia o oceanie: czym jest, dlaczego jest ważny i jak ludzie powinni się wobec niego zachowywać. Stosunek do oceanu wpływał również na kulturę lądową, oddziałując nawet na tych, którzy nigdy nie wypłynęli na morze. A stosunek każdej kultury do oceanu jest trochę geograficznym przypadkiem.

Nauka i kultura są ze sobą o wiele bardziej powiązane, niż większość naukowców chciałaby przyznać. Możliwe, że jednym z powodów, dla których nauka o oceanach nie zyskała dużej popularności, jest fakt, że wiele kultur postrzega ocean jako coś kłopotliwego w najlepszym, a bardzo niebezpiecznego w najgorszym wypadku. Na przykład w Wielkiej Brytanii wycieczka nad morze jest powszechnie uważana za niezbędny rytuał dzieciństwa, choć dzieci często traktują to bardziej jak obowiązek niż przyjemność. W północno-zachodniej Anglii, gdzie dorastałam, wizyty na plaży często wiązały się z przymusem brodenia w lodowatej wodzie, a potem rywalizacją, kto najdalej przechyli się na wietrze, nie padając na twarz. Zagładanie

pod powierzchnię morza nikomu nie przychodziło do głowy, gdy chodziłam do szkoły, częściowo dlatego, że woda była zimna, a częściowo dlatego, że brytyjskie wody przybrzeżne są często zbyt mętne, by cokolwiek było widoczne (nawet palce swoich stóp). Artyści tacy jak J.M.W. Turner czasami malowali spokojne morza i idylliczne wybrzeża, ale jasne było, że morze jest do podziwiania, a nie do brodzenia w nim. Turner jest bardziej znany z obrazów statków miotanych przez wzburzone morze pod ciemnymi, gniewnymi chmurami — wizję tę wzmacniały opowieści brytyjskich żeglarzy XIX i XX w. o swoich przygodach. W 1916 r. polarny odkrywca Ernest Shackleton tak opisał swoją niezwykłą i heroiczną podróż małą łodzią po pomoc dla swojej uwięzionej załogi: „Historia kolejnych szesnastu dni to opowieść o najwyższym zmaganiu się ze wzburzonymi wodami. Ocean Subantarktyczny potwierdził swoją złą zimową reputację”³. To nie jest opis, który zachęca przypadkowych obserwatorów do przeżywania tego na własnej skórze.

I nie tylko Brytyjczycy tak myślą. Islandia, położona na północy Oceanu Atlantyckiego, to kraj zbudowany na przemyśle rybnym, szczącący się dumną morską tradycją sięgającą wieków. Jednak spacerując wzdłuż portu w Reykjavíku, napotykamy szereg dużych tablic informacyjnych zawierających mapę Islandii. Wokół każdego wybrzeża rozmieszczone są czarne symbole oznaczające wraki statków, z podaną nazwą statku, rokiem, typem łodzi i liczbą utraconych marynarzy. Na każdej mapie jest zaznaczonych 30 – 40 wraków symbolizujących jedną dekadę. Mapy sięgają 200 lat wstecz i nie da się wejść na łódź, nie mijając tych pomników pamięci. Przesłanie jest jasne: ocean może cię zabić i robi to. Próbowалам zapytać Islandczyków, czy kiedykolwiek wypływają łodziami dla przyjemności, ale reakcją było niemal zawsze puste spojrzenie. Tutaj wypływa się w morze po ryby, nie dla zabawy. Wody wokół Islandii potrafią

³ Pełna historia tej wyprawy, która miała być „Imperialną Ekspedycją Transantarktyczną”, przeszła do legendy dzięki niezwykłemu przywództwu Shackletona i jego brawurowej podróży w poszukiwaniu pomocy dla swoich ludzi po tym, jak ich statek został zmiażdżony przez antarktyczny lód.

być groźne, a połowy w tych warunkach to bez wątpienia niebezpieczne zajęcie. Lekcja płynąca z ich lokalnej historii jest taka, że zawsze należy pomyśleć dwa razy przed zbliżeniem się do takiego niebezpieczeństwa.

Po drugiej stronie świata Hawajczycy, którzy żyją otoczeni bezkresnym Oceanem Spokojnym, postrzegają rzeczy zupełnie inaczej. W pobliżu równika nagłe szkwały i sztormy są stosunkowo rzadkie, ale burze tysiące mil na północ inicjują łagodne oceaniczne fale, które czynią Hawaje idealnym miejscem do surfingu. Opanowanie tych fal było uznanym królewskim zajęciem, a królowie i królowe mieli swoje specjalne deski surfingowe. Surfing był rytuałem i przywilejem stanowiącym centralny element hawajskiego społeczeństwa. Ocean był częścią życia, a przebywanie w nim i na nim przychodziło naturalnie⁴. Ocean stanowi kluczowy element hawajskiej kultury, częściowo dlatego, że te małe wyspy są całkowicie otoczone jego wodami, a częściowo dlatego, że lokalny ocean jest znacznie łagodniejszy niż ten wokół Islandii. Nasze ludzkie relacje z oceanem są bogate i zróżnicowane, a każdy musi znaleźć swoją własną ścieżkę.

Przypadkowy oceanograf

Moja droga do fizyki oceanów nie była zaplanowana ani oczekiwana. Dorastałam w Manchesterze na północy Anglii, gdzie „ocean” był uważany za bardzo egzotyczne pojęcie, ponieważ dysponowaliśmy jedynie morzem. A dokładniej dwoma morzami: lodowato zimnym Morzem Północnym na wschodzie i wietrznym, szarym Morzem Irlandzkim na zachodzie. Żadne z nich nie wydawało się szczególnie atrakcyjne. Studiowałam fizykę, bo chciałam wiedzieć, jak

⁴ Kiedy myślę o wszystkich tych ponurych, oficjalnych portretach brytyjskich królów i królowych w moich szkolnych podręcznikach do historii, gdzie zazwyczaj wyglądają na kompletnie nieszczęśliwych (i bardzo świadomych swojej ważności), nie mogę oprzeć się wrażeniu, że odrobina surfingu prawdopodobnie wyszłaby im na dobre.

działają różne rzeczy, i czasami myślałam o geologii, bo interesowało mnie, jak działa Ziemia, ale te dwie dziedziny nigdy nie wydawały się ze sobą łączyć. Kiedy obroniłam doktorat z fizyki eksperymentalnej materiałów wybuchowych, spędziłam sześć miesięcy na pisaniu artykułów naukowych i poszukiwaniach nowego tematu badawczego, najlepiej takiego, który pozwoliłby mi nadal konstruować ciekawe eksperymenty, ale bez konieczności sprzątania po tym, jak rozleć się na kawałki. Bąbelki wydawały się idealnym rozwiązaniem, a dr Grant Deane z Instytutu Oceanografii Scrippsów zaryzykował i zaprosił mnie do rocznej współpracy w ramach stażu podoktorskiego. Pokochałam tamto miejsce i przez pierwsze trzy tygodnie w laboratorium Granta czułam się jak w domu. Było pełne oscyloskopów i innej znajomej elektroniki, niczym gigantyczny zestaw Lego, z szufladami i szafkami pełnymi wszystkiego, co potrzebne do opracowania dowolnego eksperymentu. Pewnego dnia przy drzwiach pojawiła się ogromna rama z bojami w rogach i wodoszczelnymi skrzynkami z czujnikami pośrodku. Była przeznaczona do pomiarów w oceanie — solidna i poważnie wyglądająca, czaiła się przy ścianie jak gigantyczny pająk, podczas gdy moi koledzy krzżeli się wokół niej. To był rodzaj urządzenia, jakiego nigdy wcześniej nie widziałam, nawet nie wyobrażałam sobie, że może być potrzebne. Skupiało całą ich uwagę i dopiero po pewnym czasie zrozumiałam dlaczego: było ich bramą do innego świata, dostępem do obcej krainy pod falami. I tak przekroczyłam granicę, wstępując w otchłań wiedzy o oceanie, z istnienia której nie zdawałam sobie do tej pory sprawy.

Początkowo tylko słuchałam, przyswajałam informacje i starałam się opanować zdumienie. Jednak bardzo szybko ogarnęło mnie pełne niedowierzania oburzenie. Jak to możliwe, że nikt nigdy mi o tym wszystkim nie powiedział? Jak udało mi się zdobyć trzy stopnie naukowe z fizyki, przeczytać setki książek i artykułów, wysłuchać niezliczonych wykładów, a *nikt ani razu nie wspomniał o oceanie*? To było bez wątpienia największe naukowe objawienie, z jakim miałam do czynienia. Zaczęłam więc czytać wszystko, co wpadło mi w ręce, nauczyłam się nurkować i z szeroko otwartymi oczami

i uszami uczęszczałam na konferencje oceanograficzne, chłonąc każdą informację.

Wciąż jestem zdumiona, że tak mało mówimy o oceanie, że ten ogromny i kluczowy mechanizm pozostaje niemal niewidoczny. Im więcej dowadywałam się o oceanie, tym bardziej szokująca stawała się ta niewidoczność. Gigantyczne prądy oceanicznego silnika są fascynujące same w sobie, ale mają też bezpośredni wpływ na te części Ziemi, którymi oddychamy, po których chodzimy, które jemy i wykorzystujemy jako surowce; stanowią ogromną część tkanki tej bogatej i różnorodnej planety. To nie jest jedynie ciekawa opowieść o słonej wodzie. To historia, która definiuje planetę Ziemię.

Moje wejście w świat piróg polinezyjskich również było niezaplanowane i niespodziewane. Byłam nowa w Londynie i usłyszałam, jak ktoś mówi o lokalnym klubie kajakarskim, gdzie pływali na kanu z wysp Pacyfiku. Nie wiedziałam, czym jest pływak, ale uznałam, że jeśli istnieje grupa ludzi na tyle szalonych, by pływać po mętnych i zimnych wodach estuarium Tamizy w kanu zaprojektowanym dla równikowego Pacyfiku, to prawdopodobnie dojdziemy do porozumienia. Miałam rację. Jednak dopiero po roku czy dwóch, gdy spędziłam więcej czasu, wiosłując po oceanie, nawiązałam głębszą więź. To było niepodobne do żadnego innego sportu, jaki uprawiałam, ponieważ kultura hawajska była wpleciona we wszystko, co robiliśmy — i choć dla osoby z zewnątrz mogło być to trudne do zaważenia, stawało się oczywiste, gdy wiedziało się, gdzie patrzeć. Członkowie stali się dla mnie niczym pirogowa *‘ohana* (rodzina), otwarta i gościnna, pełna szacunku dla wszystkich, towarzyska i namacalna. Byli to ludzie, którzy pomagali, gdy tego potrzebowałeś, i tolerowali różnice. A potem dowiedziałam się o historii podróży przez Pacyfik i o zadziwiających umiejętnościach i obserwacjach, które to umożliwiły — w tym o obserwacji fal i bąbelków, mojego tematu badań naukowych. Hawajczycy patrzyli na ocean i ja patrzyłam na ocean, ale widzieliśmy różne rzeczy. Łącznikiem była piroga. Ocean stał się jak złudzenie optyczne: mrugając, mogłam przełączać swój widok z jednej perspektywy na drugą, ale byłam pewna, że nie są one tak oddzielne, jak się wydawały. Jestem naukowcem, ale przede wszystkim człowiekiem. Jak ludzie największej

oceanicznej cywilizacji na Ziemi, mieszkańcy wysp Pacyfiku, postrzegają wszystkie te rzeczy, które ja mierzyłam, analizowałam i redukowałam do parametrów w programie komputerowym? Kiedy zobaczyłam ocean z innej perspektywy w instytucie oceanografii, dostrzegłam tylko fizyczny mechanizm, a nie kulturową otoczkę. Kiedy po raz pierwszy zrozumiałam mentalność kanu, poczułam, jakbym po raz drugi całkowicie przeoczyła sedno sprawy. Piroga stała się symbolem uzupełniającej perspektywy, której nie zapewniła mi edukacja naukowa: tradycji i kultury oceanu.

Rozwój nowej dyscypliny naukowej

Kiedy pluskasz się w falach na plaży, jesteś połączony przez wodę morską z każdą kroplą wody w globalnym oceanie. Choć często wymaga to okrężnej drogi, możesz dotrzeć do egzotycznych papugoryb, kominów hydrotermalnych, gór lodowych i podwodnych pustyni, nie opuszczając wody, w której się taplasz. Wielu z nas było na plaży przynajmniej raz, więc ocean nie jest całkowicie niedostępny (choć przyznaję, że dotarcie do jego odległych obszarów wiąże się z pokonaniem kilku praktycznych przeszkód), mimo to nawet podstawowe zasady jego funkcjonowania pozostawały niejasne jeszcze kilkadziesiąt lat temu. Pierwsza wyspecjalizowana globalna ekspedycja oceanograficzna (uważana przez wielu za początek oceanografii jako dyscypliny naukowej) została przeprowadzona przez załogę okrętu HMS Challenger w latach 1872 – 1876. Powróciła z ogromną kolekcją próbek, pomiarów i obserwacji. Jednak chociaż Challenger przepłynął prawie 70 tys. mil morskich dookoła globu, co zaowocowało mapami temperatur i prądów morskich oraz bogatą kolekcją głębinowych stworzeń morskich, naukowcy na pokładzie mogli jedynie musnąć powierzchnię swojego przedmiotu badań. To było jak próba odwzorowania ogromnego dzieła sztuki — np. sufitu kaplicy Sykstyńskiej — poprzez zaznaczenie 360 kolorowych punktów podczas jednego okrążenia sufitu. A dzieła sztuki zazwyczaj nie zmieniają się wraz z porami roku ani nie przechodzą z jednego wzoru w drugi w cyklach trwających dekady. Ci naukowcy

wrócili z zaledwie garstką próbek z ogromnych przestrzeni oceanicznych, które przemierzili, ale nawet ten zbiór był bogaty i fascynujący. Na przykład ekspedycja odkryła Głębię Challenger, najgłębsze miejsce w oceanie, zlokalizowane ok. 11 km pod poziomem morza, choć jedyne, co mogli o nim powiedzieć, to fakt jego istnienia. Zdobyć tej nowej wiedzy było znaczącym osiągnięciem, a obszerny raport napisany przez naukowców z Challenger dla Towarzystwa Królewskiego został uznany za ogromny wkład w wiedzę człowieka o Ziemi. Był to początek nowej ery badań oceanograficznych.

Jednak koszty i trudności związane z organizacją takich ekspedycji sprawiły, że postęp był powolny aż do II wojny światowej, kiedy to podwodne działania wojenne zdominowały morza. Nagle wojsko zainteresowało się tą nową przestrzenią walk, a po zakończeniu wojny oceanografia wkroczyła wreszcie w swój złoty wiek. W latach 50. i 60. XX stulecia każda ekspedycja wracała z nowymi ideami i nieoczekiwanymi odkryciami, a do połowy lat 70. można było wreszcie dostrzec zarys oceanicznego silnika. Potem nadeszły dane satelitarne, które miały potencjał ujawnienia wielkoskalowych wzorców powierzchniowych łączących dane zgromadzone przez poszczególne statki. Teraz wkraczamy w erę autonomicznych boi i pojazdów, które mogą dryfować latami lub nurkować przez wiele dni w głębinach oceanu, dostarczając znacznie więcej szczegółów niż jakakolwiek grupa oceanografów. I wciąż się uczymy. Na każdym kroku odkrywamy nowe mechanizmy, szczegóły i powiązania. Ocean jest ściśle połączony z atmosferą, lodem, geologią i życiem i choć stanowi on olbrzymi rezerwuuar energii, jego mechanika zależy od pozostałych elementów systemu Ziemi. Każda skala jest ważna — od milisekund do dekad i od mikroskopijnych obszarów do basenów oceanicznych rozciągających się na tysiące kilometrów. To historia, która nie jest jeszcze zakończona, a nasze oceany wciąż zadziwiają nawet najbardziej doświadczonych naukowców morskich.

W ostatniej dekadzie nastąpiła pewna zmiana perspektywy. Badając ten płynny silnik i poznając jego wewnętrzne mechanizmy, nie sposób nie zauważyć, jak bardzo świat lądowy jest od niego zależny. Ocean reguluje naszą pogodę i klimat. El Niño, wspólny taniec

atmosfery i oceanu rozciągający się wzdłuż równika na Pacyfiku, ma wymierny wpływ na PKB otaczających go krajów. Co więcej, ocean pochłania ok. 30% dodatkowego dwutlenku węgla, który emitujemy do atmosfery, spowalniając postęp globalnego ocieplenia, ale jednocześnie ponosząc tego znaczące konsekwencje. Myślenie o oceanie nie jest już luksusem dla ciekawskich. To kluczowy element naszego systemu podtrzymywania życia i powinniśmy traktować go z należytą powagą.

Dowiadujemy się również, że nawet ten ogromny akwen nie jest w stanie oprzeć się wpływowi ludzkości. Świadomość naszego oddziaływania na ocean powoli przenika do debaty publicznej, prowadząc do dyskusji, która powinna była się odbyć już dekady temu. Jednak ta dyskusja napotyka ogromną przeszkodę. Prawie niemożliwe jest rozmawianie o tym, co zrobić z czymś, co się zmienia, jeśli nie wiemy, jak to coś działa. Gdy lekarz mówi pacjentowi, że ma problem z nerkami, pacjent prawdopodobnie ma już przynajmniej ogólne pojęcie, gdzie znajdują się jego nerki i jaką pełnią funkcję. Nauczył się o tej części swojego systemu podtrzymywania życia w szkole. Ale oceany to co innego. Kiedy widzimy wiadomość o długoterminowym spadku liczebności kryla w Oceanie Południowym, brzmi to ogólnie jak zła wiadomość. Ale kryje się za tym znacznie więcej niż ryzyko, że wieloryby będą głodne. Kryl jest częścią oceanicznego silnika, życiem wplecionym w płynną maszynę, i musimy zrozumieć przynajmniej część kontekstu, zanim będziemy mogli dyskutować o zmianie i podjąć odpowiednie działania.

Głębsze spojrzenie na ocean to jednocześnie bliższe przyjrzenie się naszej własnej tożsamości i temu, co oznacza bycie mieszkańcem oceanicznej planety. Gdy spojrzymy z odpowiedniej perspektywy, nasza historia zaczyna się od światła słonecznego docierającego do Ziemi, a kończy na świetle, które ją opuszcza — świetle zmienionym po przejściu przez planetarny mechanizm, odbijanym, rozpraszającym, pochłanianym, emitowanym i przekształcanym w różne rodzaje energii, zanim znów stanie się światłem. Światło opuszczające naszą planetę i kontynuujące swoją podróż przez kosmos nosi niezaprzeczalny ślad dynamicznej planety: niewidzialna podczerwień, zieleń lasów, brąz skał, biel odbita od chmur i lodu

oraz błękit wody. Ostre, zwyczajne światło słoneczne zostało przekształcone w tę piękną paletę — nasz podpis we wszechświecie nakreślony pismem dynamicznej i żywej planety. A jego elementem dominującym jest błękit, dlatego nasze przesłanie dla reszty wszechświata brzmi: *Jesteśmy oceanem*.

Ocean przypomina mi bardziej niż jakikolwiek inny studiowany przeze mnie temat naukowy, że jestem człowiekiem. Przeżyłam na morzu jedno z największych przygód mojego życia, zawarłam trwale przyjaźnie, doświadczyłam strachu i ekscytacji, nudy i zmęczenia, ale też większego zadowolenia niż kiedykolwiek na lądzie. Gdy wsiedam do kajaka, osobiste i zawodowe aspekty zlewają się w jedno, bo tak naprawdę nigdy nie były oddzielne.

Nasze liczne powiązania z oceanem są zapisane w całej naszej historii, kulturze i życiu, ukryte na widoku. Nadszedł jednak czas, aby wyraźnie podkreślić i omówić te związki. Nastawienie do oceanów Ziemi determinuje nasze zachowanie wobec nich, a jesteśmy pierwszymi pokoleniami, które naprawdę mogą dostrzec konsekwencje swoich działań. Jako społeczeństwo musimy zdecydować, jak postrzegamy błękit naszej planety, co będzie kierowało naszymi działaniami wobec niego. Wiedza naukowa jest niezbędna, ale to decyzja kulturowa. Tradycyjna wiedza i podejście do oceanu będą konieczne, aby pomóc nam w podejmowaniu ważnych decyzji, przed którymi stoimy. Jak pogodzić liczne, często sprzeczne interesy i postawy z rosnącą świadomością stawki? Poszczególne społeczeństwa stawiały już wcześniej przed tym pytaniem, ale teraz musimy podzielić się naszymi kulturowymi postawami, aby osiągnąć globalny konsensus. Oceaniczny silnik ma kluczowe znaczenie, a bogatego kulturowego skarbcza ludzkości nie można zignorować. My, ludzie, musimy zająć się nimi obydwojma bezpośrednio. Mamy jedną planetę i jeden globalny ocean, a jeśli chcemy, aby przyszłe pokolenia doświadczyły tego, co najlepsze na błękitnym globie, nie możemy sobie pozwolić na zwłokę.

Podróż

Lepsze zrozumienie oceanu wydaje się stosunkowo proste, ale wtedy stajemy twarzą w twarz z piękną, wirującą, pełną niuansów rzeczywistością powłoki wodnej otaczającej wirującą planetę. Istnieją tu zarówno wielkie, jak i małe wzorce — prądy morskie i krył, lód morski i osady — wszystkie przenikające się wzajemnie bez wyraźnych granic. Podobnie jak każdy inny mechanizm, ocean ma swoją podstawową strukturę: składa się z komponentów i połączeń między nimi. Potrzeba obu tych elementów, aby cokolwiek mogło się wydarzyć; nawet najbardziej pomysłowy tłok jest bezużyteczny, jeśli nie jest z niczym połączony. W silniku parowym tłok zwykle ma dwa połączenia. W oceanie jeden prąd może mieć dziesiątki, a może nawet setki powiązań. To kluczowa cecha tego systemu i właśnie to sprawia, że oceany są nieskończenie fascynujące. System ten podlega jednak pewnym podstawowym zasadom i możemy się ich trzymać, eksplorując labirynt połączeń i elementów, które sprawiają, że ta błękitna machina nieustannie tyka.

Ta książka zabierze Cię w podróż przez światowy ocean, racząc Cię opowieściami o historii i kulturze, przyrodzie i geografii, zwierzętach i ludziach, aby odsłonić podstawową strukturę błękitnej maszyny. Nasza przygoda poprowadzi przez wnętrze oceanu, zarówno przez fizyczne mechanizmy, jak i życie wplecione w płynny silnik. Zobaczymy, że obserwowane przez nas zjawiska oceaniczne nie są wynikiem przypadku, pecha czy kaprysów bogów, ale w rzeczywistości stanowią jedynie widoczne na powierzchni skutki działania pracującego w głębinach silnika. Pełnej złożoności światowego oceanu nie da się opisać w jednej książce, lecz możemy nakreślić jego zarys i przedstawić podstawowe zasady rządzące jego funkcjonowaniem — wystarczająco, by służyły jako mapa do dalszej eksploracji. Mam nadzieję, że zmieni to Twoje spojrzenie na ocean, a być może także na samego siebie. I z pewnością prawdą jest, że im więcej wiesz o oceanie, tym staje się ciekawszy. Zaczynamy.

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —

- 
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion 

**Wyróżniona Nagrodą Wainwrighta za literaturę
poświęconą ochronie przyrody i uznana przez
Financial Times za jedną z najlepszych książek
popularnonaukowych roku!**

Ocean to potężna, napędzana energią słoneczną machina, która reguluje przepływy wody, ciepła i życia na Ziemi. Od dziesiątek tysięcy lat kształtuje warunki klimatyczne i wpływa na funkcjonowanie naszej cywilizacji.

Dziś temu wspaniałemu żywiołowi grożą olbrzymie niebezpieczeństwa, a zrozumienie, jak naprawdę działa, może przesądzić o przyszłości świata, jaki znamy.

Błękitna machina to zachwycająca podróż przez najbardziej niezwykle zakamarki naszej planety — od mroku tajemniczych głębin, przez feerię barw raf koralowych, aż po oślepiającą biel lodowego pustkowia Arktyki. Helen Czerski, fizyczka i oceanografka, odsłania przed nami świat, w którym temperatura, zasolenie, grawitacja i ruchy tektoniczne spletają się w jeden potężny podwodny rytm, który napędza Ziemię.

Na kartach tej książki spotkasz związane z morzem kultury, które potrafiły odczytywać jego język na długo przed nami. Zajrzysz za kulisy zjawisk kształtujących klimat i naszą przyszłość: od oceanicznych pośłańców i wędrowców przemierzających glob, przez podwodne wodospady większe niż Niagara, aż po prądy decydujące o pogodzie tysiące kilometrów dalej.

To opowieść o majestacie przyrody, ale też o jej kruchości — o świecie, który wciąż nas zachwyca, a jednocześnie coraz pilniej domaga się naszej uwagi i troski.

**Zanurz się w tej książce i odkryj, co naprawdę znaczy
być obywatelem planety oceanów!**

Helion 

