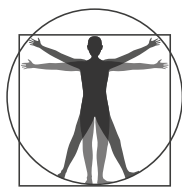


FENOMEN WODY

**Doskonałe przystosowanie wody
do istnienia człowieka i życia na Ziemi**



SERIA WYJĄTKOWY GATUNEK

Czy ludzie są przypadkowymi wytworami ślepego i obojętnego Wszechświata? A może są beneficjentami uprzednio zaplanowanego kosmicznego porządku, dzięki któremu mogli powstać i się rozwijać? Michael Denton, światowej sławy australijski biochemik, przedstawia serię danych naukowych z takich dziedzin, jak fizyka, chemia czy biologia – szczególną uwagę zwracając na właściwości węgla, wody i tlenu – i dochodzi do nieoczywistego dla dzisiejszych badaczy wniosku, że nasz Wszechświat został tak zaprojektowany, by pojawiło się życie, a zwłaszcza inteligentne życie.

Denton w pewnym sensie wraca do idei uprzywilejowanej pozycji człowieka, która od czasów Darwina nie cieszyła się większym zainteresowaniem, ale ten powrót nie jest motywowany religijnie, lecz naukowo. Australijski uczony jest krytykiem kreacjonistycznego podejścia do świata przyrody, zgodnie z którym człowiek jest istotą odrębną od innych organizmów. Denton twierdzi, że istnieje nieprzerwana ciągłość świata organicznego, a wszystkie żywe istoty występujące na Ziemi są formami naturalnymi w najgłębszym sensie tego słowa – podobnie jak naturalne są kryształy soli, atomy, wodospady czy galaktyki. Człowiek także jest istotą naturalną, niemniej jego niepowtarzalne cechy sprawiają, że można uznać go za wyjątkowy gatunek.

Fenomen wody

Doskonałe przystosowanie wody do istnienia człowieka i życia na Ziemi

Michael Denton



Warszawa 2023

[Kup książkę](#)

Tytuł oryginału
The Wonder of Water: Water's Profound Fitness for Life on Earth and Mankind

Copyright © 2017 by Discovery Institute, All Rights Reserved

Copyright © for the Polish edition by Fundacja En Arche, Warszawa 2023

Przekład
Zbigniew Kościuk

Redaktor naukowy serii
prof. dr hab. Kazimierz Jodkowski

Redaktor prowadząca
Katarzyna Łopaciuk

Redakcja merytoryczna
dr hab. Krzysztof Kilian, prof. UZ

Redakcja językowa
Ewa Banaszkiewicz

Korekta
Małgorzata Koniarska

Projekt okładki
Ewa Jabłońska

Projekt graficzny
Maria Rostonec

Skład
Elżbieta Pich

Wydanie I

ISBN 978-83-67363-52-5

Fundacja En Arche
al. Niepodległości 124, lok. 26
02-577 Warszawa
biuro@enarche.pl
Księgarnia internetowa
enarche.pl/ksiegarnia/

[Kup książkę](#)

Spis treści

Podziękowania	7
Wodospad Bridalveil	11
Rozdział 1. Koło wodne	15
Rozdział 2. Recykling tektoniczny	41
Rozdział 3. Odnawianie oceanów	77
Rozdział 4. Maszyna klimatyczna	115
Rozdział 5. Woda, drzewa i światło	143
Rozdział 6. Woda i fizjologia człowieka	169
Rozdział 7. Woda i komórka	217
Rozdział 8. Wnioski	249
Bibliografia	263
Indeks osobowy	283
Indeks rzeczowy	285

Podziękowania

Świadectwa przytoczone w tej monografii pochodzą z kilku źródeł. Jest wśród nich wiele książek i artykułów Philipa Balla, między innymi jego przejrzyście napisana książka *H₂O: A Biography of Water* [H₂O: Biografia wody]; równie klarowna, wspaniała publikacja Marcii Bjornerud, *Reading the Rocks* [Czytanie skal]; następnie *Oceanography: An Invitation to Marine Science* [Oceanografia: Wstęp do nauki o morzu] Toma Garrisona; praca *An Introduction to our Dynamic Planet* [Wstęp do naszej dynamicznej planety] Nicka Rogersa i innych; *Climate and the Oceans* [Klimat i oceany] Geoffreya Vallisa; *Gaia: A New Look at Life on Earth* [Gaja. Nowe spojrzenie na życie na Ziemi] Jamesa Lovelocka; praca *Revolutions that Made the Earth* [Rewolucje, które ukształtowały Ziemię] Tima Lentona i Andrew Watsona; Stevena Vogela *Comparative Biomechanics* [Biomechanika porównawcza]; książki Knuta Schmidta-Nielsena: *Animal Physiology* [Fizjologia zwierząt] i *Scaling: Why is Animal Size so Important* [Skalowanie. Dlaczego wielkość zwierząt jest tak ważna] oraz Geralda Pollacka i innych *Water and the Cell* [Woda i komórka]. Wiele aspektów przystosowania omówionych w tej pracy zostało po raz pierwszy opisanych przez Lawrence'a Hendersona w jego klasycznej pracy *Fitness of the Environment* [Przystosowanie środowiska], przez Arthura Needhama w książce *Uniqueness of Biological Materials* [Unikalność materiałów biologicznych] oraz w wielu publikacjach George'a Walda i Harolda Morowitza.

Chciałbym podziękować Jonathanowi Kopelowi, Tylerowi Hamptonowi i Ianowi George'owi Johnstonowi za krytyczne uwagi do wstępnych szkiców książki oraz za podsuniecie mi wielu ważnych wyjaśnień i ulepszeń. Dziękuję także pracownikom Discovery Institute, szczególnie Johnowi Westowi, Jonathanowi Wittowi, Guillermo Gonzalezowi, Jonathanowi Wellsowi i Rachel Adams, za krytyczne uwagi i redakcję tekstu. Bez ich poświęcenia i wysiłku ta książka mogłaby nigdy nie ujrzeć światła dziennego.



Ilustracja 1. Wodospad Bridalveil (źródło: Asamudra, licencja CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons).

Wodospad Bridalveil

Lato w Parku Narodowym Yosemite. Stojąc przed wodospadem Bridalveil, czujemy na twarzy delikatną wilgotną mgiełkę, która załamuje promienie słońca w tęczę. Dolina olśniewa pięknem i oszalała symfonią wrażeń. Dźwięk spadającej wody miesza się ze słodką wonią drzew iglastych i unoszącymi się w powietrzu zapachami lata. Promienie słońca pieczą skórę, piękno otoczenia raduje oczy. Strome, wyrzeźbione lodem klify opadają w zieloną dolinę. Zamieramy oczarowani, pograżamy się w milczącej zadumie nad cudowną harmonią sceny, która rozpościera się przed nami.

Uczucie zadziwienia, którego **doświadczamy**, odwiedzając Park Narodowy Yosemite i stojąc zauroczeni wodospadem Bridalveil, to zaledwie fragment większej opowieści. Podziwiana scena ukrywa istotną osobliwość, w równym stopniu cudowną, jak niezwykle widok światła załamanego w kaskadach spadającej wody. Choć znacznie mniej znana, to właśnie dzięki niej możemy stać przed wodospadem Bridalveil i podziwiać jego piękno. To cud, który jednoczy nas w niewyobrażalny sposób z wodospadem.

Kaskady wody we wszystkich wodospadach na Ziemi wywołują stałą erozję skal. Nieprzerwane od miliardów lat działanie wody nieustannie spływającej tysiącami wodospadów odgrywa niezwykle doniosłą rolę – wypłukuje minerały ze skal. Dzięki temu procesowi woda dostarcza niezbędnych pierwiastków wszystkim stworzeniom. Bez jej pracy, która odbywa się na naszych oczach, gdy spada pięknymi kaskadami na dno doliny, nie byłoby ważnych pierwiastków i substancji odżywczych koniecznych do życia na Ziemi. Świat stałby się jałowym pustkowiem i nikt nie mógłby podziwiać piękna Yosemite.

Podczas gdy rozmyślały o pięknie wodospadu, w naszych organizmach zachodzi zupełnie inna niewidzialna magia. Ona również zależy od niezwykłego przystosowania wody, umożliwiając, w dużo bardziej bezpośrednim i bliskim sensie, nasze postrzeganie tej sceny. Ta sama cudowna substancja, która powoduje erozję skał i zaopatruje życie w ważne elementy odżywcze i minerały, **czyni** jednocześnie coś zupełnie innego! Dzięki innemu zespołowi wyjątkowych cech chemicznych i fizycznych, całkiem odmiennych od tych, które obserwujemy w wodospadzie, woda staje się dla nas i wszystkich innych złożonych form życia na Ziemi idealnym środkiem transportu dla układu krążenia. Z każdym uderzeniem serca woda przenosi do naszych tkanek tlen i wiele tych samych elementów odżywczych, które kaskady wodospadu wypłukują ze skał. Woda transportuje również produkty uboczne procesu oddychania – dwutlenek węgla – do płuc, inne produkty uboczne do nerek, a nadmiar ciepła do skóry, skąd organizm je wydala.

Nasze żywotne uzależnienie od mas wody opadających pięknymi kaskadami i dostarczających życiodajnych minerałów wypłukanych ze skał **oraz** równie istotne uzależnienie od wody krążącej naczyniami krwionośnymi i przenoszącej wiele tych samych substancji do różnych części organizmu stawia nas przed objawieniem tak niezwykłym, jak żadne inne w jakiegokolwiek dziedzinie nauki. Jedna substancja – woda – w wyjątkowy sposób może służyć dwóm niewyobrażalnie różnym celom życiowym: erozji skał i krążeniu krwi. Obydwa są absolutnie konieczne do naszego istnienia. Żadna inna substancja występująca w przyrodzie nie posiada nawet małego ułamka niezbędnych właściwości potrzebnych do wykonania tych dwóch zadań.

Już sam fakt spełniania tych dwóch bardzo różnych, kluczowych dla życia czynności wystarczyłby do uznania wody za cud. Z kolejnych rozdziałów dowiemy się jednak, że wyjątkowe przystosowanie wody do życia na Ziemi obejmuje znacznie większy zbiór elementów służących szerokiej gamie różnorodnych celów życiowych. Wśród nich wymienić można formowanie się samej Ziemi, powstawanie oceanów

i łagodzenie klimatu, umożliwianie cyklu hydrologicznego, ruchu płyt tektonicznych, tworzenia kontynentów i fotosyntezy. Wyjątkowe właściwości wody są potrzebne do powstania gleby, do chłodzenia ludzkiego ciała, do zwijania białek i wytwarzania błon komórkowych. Woda umożliwia zjawiska i procesy zachodzące w olbrzymiej skali przestrzennej i czasowej – od tysięcy kilometrów i milionów lat po nanometry i milisekundy.

Celem tej książki jest opowiedzenie nieznanej historii o wielkiej sieci niezwykle i zróżnicowanych właściwości wody – właściwości, które są nieodzowne dla życia lądowego. Kolejne rozdziały pokażą, że ta wielość właściwości ujawnia transcendentną, **biocentryczną** jedność w konstrukcji przyrody. Wyjawią, że życie na Ziemi – i istnienie człowieka – nie jest jedynie szczęśliwym kosmicznym zbiegiem okoliczności. Dzięki swojej magii woda jest uniwersalnym hymnem życia, zaś dzięki swojemu niezwykle przystosowaniu do ludzkiej fizjologii jest szczególnym hymnem człowieka. Własności wody wskazują, że istoty o naszej konstrukcji biologicznej zajmują centralne miejsce w porządku przyrody oraz że projekt życia był obecny we właściwościach materii od chwili jej powstania. Mogliśmy zostać usunięci z przestrzennego centrum Wszechświata, ale nie z jego „centrum teleologicznego”. Własności wody jednoznacznie i zdecydowanie obalają zasadę kopernikańską¹.

¹ Nazwą tą oznacza się zasadę, w myśl której położenie Ziemi we Wszechświecie nie jest w żaden sposób uprzywilejowane. Bywa stosowana zamiennie z nazwą „zasada kosmologiczna”, która oznacza przekonanie o jednakowości praw fizyki oraz identyczności materii w całym kosmosie (przyp. red.).



Rozdział 1

Koło wodne

Czyż substancją wszystkich warzyw nie jest jeno zmodyfikowana woda? A co za tym idzie także wszystkich zwierząt, które albo żywią się roślinami, albo polują na siebie nawzajem? Czyż jej ogromna ilość nie jest ustawicznie odparowywana przez Słońce, napętniając atmosferę parą i obłokami, karmiąc roślinność Ziemi balsamiczną rosą... W pierwszej chwili wydaje się niewiarygodne, że krew tak szybko krąży w naszym ciele, że obiega je w ciągu kilku minut; sądząc, że bylibyśmy jeszcze bardziej zdumieni, gdybyśmy usłyszeli, jak szybko krąży w wielkim obiegu wody, niczym żywotna krew Ziemi, która stwarza i odżywia wszystkie rzeczy¹.

– Richard Bentley

Chociaż woda jest jedną z najbardziej znanych substancji, jej niezwykła natura nie przestaje zdumiewać. W postaci ciekłej gromadzi się na powierzchni Ziemi, poczynając od ogromnych oceanów, przez jeziora, aż po drobne kałuże. Woda może się poruszać, opadając gwałtownym nurtem wielkiej katarakty lub płynąć spokojnie jako w pełni ukształtowana, wijąca się po równinie rzeka. Na powierzchni dużych zbiorników wodnych wiatr podnosi wielkie i małe fale, od potężnych grzywaczy na Hawajach po zmarszczki w ogrodowej sadzawce. Drobne krople wody tworzą matrycę obłoków. Nieco większe krople spadają z chmur przez atmosferę na ziemię jako deszcz.

¹ R. Bentley, *Confutation of Atheism from the Frame of the World. The Third and Last Part*, w teogoż: *The Folly and Unreasonableness of Atheism*, „The Fourth Edition Corrected”, printed by J.H. for H. Mortlock, London 1699, s. 265 [238–278], <https://archive.org/stream/foollyandunreaso00bentgoog#page/n271/mode/2up/search/circulation> [dostęp: 19 XI 2022].

W postaci stałej woda opada w formie śniegu, rysując zimą lodowe wzory na szybach, tworząc wielkie polacie lodu w rejonach polarnych i lodowce w górskich dolinach. Na większej wysokości woda wytwarza inne krajobrazy – lodowe czapy na obrzeżach polarnych kontynentów. Góry lodowe unoszą się na niespokojnych wodach lodowatego morza, wodna mgielka, wzbijana z wierzchołków fal przez wiatr, w temperaturach ujemnych błyskawicznie zamarza w drobne grudki lodu, wbijające się jak odlamki w pobliskie lodowce szelfowe.



Ilustracja 1.1. Woda w trzech stanach skupienia – płynu, ciała stałego (lodu) i gazu (pary wodnej). Obłoki to skupiska kropelek wody skondensowanej z pary wodnej (źródło: Kim Hansen, licencja CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons).

Dźwięki, które wydaje woda, są również bardzo zróżnicowane. Słyszymy rytmiczne uderzanie fal, ogłuszający ryk wielkiego wodospadu, szemranie górskiego potoku, delikatny szum letniego deszczu,

stukotanie gradu na stalowym dachu, zgrzytliwe dudnienie i przenikliwy huk przesuwającego się lodowca oraz loskot lawiny².

Żadna inna substancja nie zapewnia, nawet w przybliżeniu, takiej dramaturgii, przyozdabiając Ziemię zdumiewającym kalejdoskopem niezwykle i pięknych form.

Trzy stany skupienia

Niezwykłe zróżnicowanie form wody – od wodospadu po sople lodu – bierze się z jej unikalnej, a jednocześnie fascynującej właściwości. Może ona występować w postaci stałej, ciekłej i gazowej, w warunkach, które istnieją na powierzchni Ziemi. Wszystkie inne substancje naturalne – w tym rozmaite składniki mineralne skał oraz gazy w atmosferze – występują tylko w jednej postaci w panujących na Ziemi warunkach. Jak zauważa Philip Ball: „Niemał wszystkie inne niż woda substancje tworzące naszą planetę pozostają w jednym stanie fizycznym. Tlen i wodór w powietrzu nie ulegają kondensacji; skały, piaski i gleby nie topią się [...] ani nie parują”³.

Jedynie w głębi Ziemi substancje inne niż woda mogą istnieć w więcej niż jednym stanie skupienia. Skała może ulec stopieniu i przybrać postać płynną lub pozostać w postaci stałej, zależnie od odległości, która dzieli ją od środka Ziemi, gdzie skutki wysokiej temperatury i ciśnienia różnią się od tych, które występują na powierzchni. Substancje, które w atmosferze istnieją w postaci gazowej, mogą przyjąć formę płynną lub stałą w skrajnych warunkach fizycznych panujących w różnych

² Wstępne paragrafy na podstawie: M.J. Denton, *Przeznaczenie natury. Co prawa biologii mówią o naszym miejscu we Wszechświecie*, tłum. A. Gomola, „Seria Inteligentny Projekt”, Fundacja En Arche, Warszawa 2022.

³ Ph. Ball, *H₂O: A Biography of Water*, Weidenfeld and Nicolson, London 1999, s. 26. W przytoczonym fragmencie, jak w większości pozostałych cytowanych w tej książce, usunięto występujące w tekście odnośniki (przyp. red.).

częściach płaszcza i jądra Ziemi⁴. Jak wiadomo, jądro Ziemi składa się z częściowo roztopionego żelaza. Jednak w przedziale temperatur i ciśnienia atmosferycznego, które panują na powierzchni Ziemi, tylko woda występuje w postaci stałej, ciekłej i gazowej⁵.

Woda ma niewielką masę cząsteczkową (MC), wynoszącą 18u. Jednak w porównaniu z innymi związkami o „małej masie cząsteczkowej” jej temperatury wrzenia i topnienia są znacznie wyższe. Inne związki o małej masie cząsteczkowej są typowe, gdyż w temperaturze otoczenia wszystkie mają postać gazową: dwutlenek węgla, CO₂ (MC = 44u); tlen, O₂ (MC = 32u); tlenek węgla, CO (MC = 28u); azot, N₂ (MC = 28u); metan, CH₄ (MC = 16u). Żaden z nich nie przyjmuje też postaci stałej w temperaturze 0°C. W tym samym ciśnieniu atmosferycznym woda topi się w temperaturze 0°C i wrze przy 100°C. Amoniak, NH₃ (MC = 17u), ma masę cząsteczkową zbliżoną do wody, ale topi się w temperaturze -78°C, zaś wrze w temperaturze -33°C.

Albert Szent-Györgyi wyraził zdumienie wysoce nietypowym zachowaniem wody pod tym względem:

O niezwyklej naturze wody świadczą dwie stałe używane najczęściej do charakterystyki substancji: temperatura topnienia i wrzenia. Sądząc po wielkości jej cząsteczki, woda powinna wrzeć w temperaturze 0°C. Jednak wrze w 100°C. Powinna topnieć przy -100°C, ale lód topi się w temperaturze 0°C, co oznacza, że cząsteczki wody mają tendencję do skupiania się razem. Wystarczy obniżyć temperaturę zaledwie o 1/273, schładzając ją z 273°K do

⁴ Por. A.P. Jephcoat, *Rare gas solids in the Earth's deep interior*, „Nature” 1998, May 28, Vol. 393, No. 6683, s. 355–358 [DOI:10.1038/30712].

⁵ Nawet CO₂, który zamarza w temperaturze -78°C, istnieje na Ziemi jedynie w postaci gazowej, bo ciśnienie cząstkowe CO₂ jest tak małe, że tempo sublimacji znacznie przewyższa tempo kondensacji. Por. A. Watts, *Results: Lab experiment regarding CO₂ 'snow' in Antarctica at -113°F (-80°C) – not possible*, „Watts Up With That?” 2009, June 13, <https://wattsupwiththat.com/2009/06/13/results-lab-experiment-regarding-co2-snow-in-antarctica-at-113f-80-5c-not-possible> [dostęp: 19 XI 2022].

272°K, aby woda zamieniła się w ciało stałe zdolne rozłupywać skały. Eskimosi budują z niej domy⁶.

Woda ma anomalnie wysoką temperaturę topnienia i wrzenia, bo jej cząsteczki tworzą wyjątkową, rozszerzoną, a jednocześnie zwartą (spoiłą) sieć wiązań wodorowych – sieć odpowiedzialną za tendencję do „trzymania się razem”, mówiąc słowami Szent-Györgyiego. Krótki opis sieci wiązań wodorowych wody podaje w rozdziale 7.

Wielkie koło

Unikalna właściwość wody – występowanie w trzech stanach skupienia w temperaturach otoczenia pojawiających się na Ziemi – powoduje pewną konsekwencję wielkiej wagi, szczególnie dla życia lądowego. Dzięki tej cesze woda jest wyjątkowo przystosowana do jednego z najważniejszych procesów zachodzących na naszej planecie: cyklu hydrologicznego, zwanego też cyklem wodnym. Cykl ten dostarcza wodę ekosystemom lądowym i sprawia, że życie na lądzie jest możliwe. Ball wyjaśnia to tak: „Samo istnienie cyklu hydrologicznego jest efektem unikalnej możliwości występowania wody w więcej niż jednym stanie skupienia – stałym, ciekłym lub gazowym – w warunkach, które dominują na powierzchni naszej planety”⁷. Ze wszystkich znanych substancji jedynie woda jest przystosowana do cyklu hydrologicznego – systemu dostarczania wody lądowym formom życia.

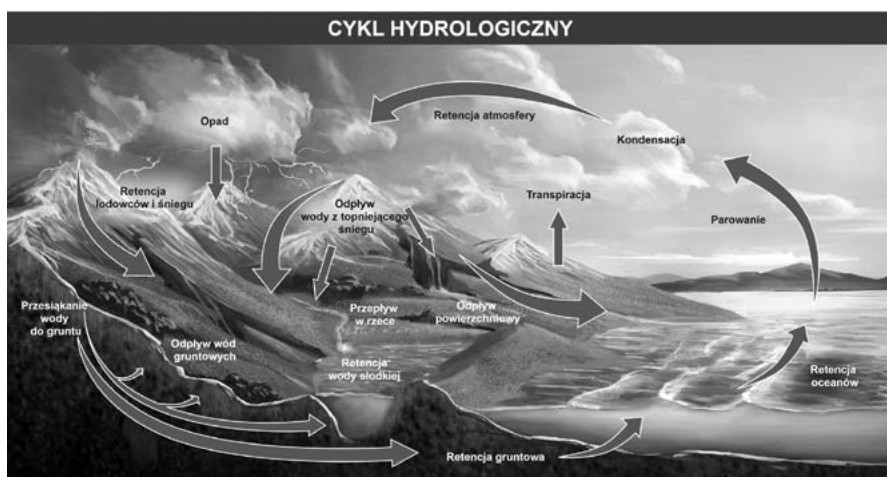
Wszyscy uczyliśmy się w szkole o cyklu hydrologicznym. Woda paruje z powierzchni morza, unosi się do atmosfery, ochładza i w końcu kondensuje w drobne kropelki, które tworzą chmury. Te zbijają się w większe krople i spadają na ziemię w postaci deszczu lub śniegu. Śnieg, który nie stopniał, formuje lodowce (na większych wysokościach),

⁶ A. Szent-Györgyi, *The Living State: With Observations on Cancer*, Academic Press, New York 1972, s. 9.

⁷ Ph. Ball, *H₂O*, s. 26.

a woda pochodząca z deszczu i stopionego śniegu przedostaje się do rzek – w taki lub inny sposób powracając do morza, gdzie cały proces rozpoczyna się od nowa. Ball tak pisze o niezwyklej skali tego cyklu:

Co 3100 lat przez atmosferę przechodzi ilość wody odpowiadająca tej, która istnieje we wszystkich oceanach, dostarczana tam przez parowanie i poruszana przez opady. [...] Co roku ciepło słoneczne usuwa z oceanów warstwę wody odpowiadającą trzem stopom głębokości – czyli 875 kilometrom sześciennym każdego dnia⁸.



Ilustracja 1.2. Cykl hydrologiczny (źródło: Englishsquare, licencja CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons).

Mimo niezwykłości cyklu hydrologicznego jego wyjątkowa natura bywa rzadko dostrzegana. Ball pisze dalej: „Ten cykl parowania i kondensacji wody wydaje się tak doskonale naturalny, że nie zastanawiamy się, dlaczego żadna inna substancja nie przechodzi takiej transformacji”⁹.

⁸ Tamże, s. 23–25.

⁹ Tamże, s. 26.

Niezwykła zdolność wody polegająca na występowaniu w trzech różnych stanach skupienia w otoczeniu istniejącym na Ziemi jest warunkiem koniecznym koła hydrologicznego, ale sam cykl zależy także od innych unikalnych własności wody. Koło hydrologiczne kręci się od miliardów lat tylko dlatego, że woda w stanie płynnym i temperatury globalne są utrzymywane przez mechanizmy regulujące – często uzależnione od wyjątkowych własności wody, które omówię w rozdziale 3.

Należy tu wspomnieć o dwóch kolejnych właściwościach wody, które umożliwiają obroty koła hydrologicznego: jej relatywnie małej lepkości i relatywnie dużej mobilności w stanie płynnym w porównaniu z innymi płynami (w przypadku lodu – w porównaniu z wieloma krystalicznymi ciałami stałymi).

Lepkości cieczy i ciał stałych różnią się znacznie w zakresie wielu rzędów wielkości¹⁰. Gdyby lepkości lodu i wody były znacznie większe, to cała woda na Ziemi zgromadziłaby się w ogromnych nieruchomych lodowych łóżyskach zalegających na większych wysokościach, a olbrzymie połacie lądu zostałyby pokryte lepką „wodą” o różnej gęstości, co doprowadziłoby do zatrzymania obiegu hydrologicznego.

Występowanie cyklu hydrologicznego nie jest zatem możliwe tylko dzięki jednej wyjątkowej właściwości wody, ale kilku, które „zmówiły się”, żeby obracać wodne koło i dostarczać wodę ziemskim formom życia.

Gdyby nie działanie cyklu hydrologicznego, cała lądowa powierzchnia Ziemi byłaby odwodnionym, martwym pustkowiem pozbawionym życia bardziej niż pustynia Atakama lub inna z najbardziej odwodnionych pustyni istniejących na Ziemi. Choć znaczenie cyklu hydrologicznego jest powszechnie uznawane, to, o ile mi wiadomo, nigdy nie wspomina się o niezwyklej fakcie, że dostarczanie wody, znaczącego nośnika całego życia na Ziemi, do obszarów lądowych dokonuje się

¹⁰ Por. M. Bjornerud, *Reading the Rocks: The Autobiography of Earth*, Basic Books, New York 2005, s. 73.

i jest zależne od własności samej wody, niewspomaganej przez żadne zewnętrzne systemy regulacyjne.

Ten nadzwyczajny fakt jest pierwszym przykładem czegoś, co można by określić mianem uniwersalnego przystosowania wody do życia na Ziemi. Zestawmy ten fakt z rozwiązaniami człowieka, w których kluczowe towary (na przykład benzyna, żywność i odzież) muszą być dostarczane tam, gdzie są potrzebne, za pośrednictwem zewnętrznego systemu dostaw (na przykład kolei i transportu samochodowego). Benzyna nie przetransportuje się sama do stacji benzynowych, podobnie jak odzież do sklepów z ubraniami. Jednak dostarczanie wody do ekosystemów lądowych odbywa się niemal całkowicie za sprawą jej wewnętrznych właściwości.

Procesy erozji i wietrzenia

Chociaż cykl hydrologiczny zapewnia ciągle dostawy wody, umożliwiając istnienie życia i ekosystemów lądowych (co można zapewne uznać za jego główną rolę), to na tym jego funkcja się nie kończy. Podczas swojego obrotu koło wykonuje inne ważne zadanie, mające istotne znaczenie dla całego życia lądowego. Masy wody, spływające milionami górskich strumieni i krążące po zewnętrznej powłoce Ziemi (litosferze), wypłukują minerały ze skał i uzupełniają poziom wszystkich wód lądowej hydrosfery: jezior, rzek, wód podziemnych, mokradel (nawadniają też glebę) oraz wzbogacają je o istotne pierwiastki, które są ważne dla wszystkich organizmów na Ziemi.

Tym, co jest najbardziej uderzające w tej drugiej istotnej funkcji koła hydrologicznego, czyli dostarczaniu minerałów potrzebnych dla życia lądowego, jest sposób, w jaki cały zespół zróżnicowanych własności wody „inteligentnie spiskuje”, by wspólnie uczestniczyć w procesie erozji i wietrzenia skał. Także tutaj wszystko dokonuje się wyłącznie za sprawą własności wody – tym razem zestawu zróżnicowanych właściwości chemicznych i fizycznych, które „współdziałają”, by wykonać drugie wielkie zadanie życia.