



# Gaja - Żyjąca planeta

W drugiej połowie ubiegłego stulecia brytyjski chemik James Lovelock (z pomocą mikrobiolog Lynn Margulis) sformułował bardzo ambitną i nietypową hipotezę, która każe nam spojrzeć na niezwykle fenomen, jakim jest występowanie życia na Ziemi, w sposób zupełnie odmienny niż dotychczas.

Warto tu zaznaczyć, że sama hipoteza Gai nie jest czymś całkowicie nowym, gdyż taki sposób myślenia o  świecie pojawiał się niejednokrotnie w dziejach europejskiej myśli naukowej, tyle że od dłuższego czasu był spychany na margines - dlatego teraz wydaje się nam tak oryginalny. W każdym razie koncepcja Lovelocka, znana jako hipoteza Gai, ma wielkie, wszechogarniające niemal ambicje, a powszechne przyjęcie choćby części odpowiedzi, jakie nam proponuje byłoby zasadniczym zwrotem w sposobie patrzenia na biosferę. Taka rewolucja, wręcz odwrócenie perspektywy w naukach przyrodniczych, zmusiłoby nas do ponownego rozpatrzenia kwestii miejsca, jakie w przyrodzie zajmuje człowiek. Choć jak na razie niezbyt się na takie zmiany zanosi (hipoteza Gai, popularna wśród wielu zwolenników ekologii, nie zdołała zdobyć dużego poparcia w innych środowiskach), to na pewno warto poświęcić jej chwilę uwagi jako propozycji ciekawej, opartej na solidnych podstawach i mającej duże potencjalne możliwości dalszej ewolucji.

Hipoteza Gai zyskała sławę w roku 1979, kiedy ukazała się książka "Gaia. A New Look at Life on Earth", jednak jej pierwotna wersja powstała kilka lat wcześniej. Lovelock współuczestniczył w amerykańskim programie poszukiwania życia na Marsie. Wtedy wpadł on na genialny w swej prostocie pomysł: zamiast szukać żywych organizmów, prościej będzie poszukać jakichś śladów ich działalności. To zmusiło do zadania sobie pytania: czym różni się planeta "żywa" od "martwej", jakie "sygnały" wysyła życie? Które spośród tych możliwych do wykrycia z przestrzeni kosmicznej w przypadku ich identyczności ze swoimi ziemskimi odpowiednikami byłyby podstawą do uznania planety za "żywą"?

Jednym z najwyraźniejszych sygnałów wysyłanych przez planetę jest skład jej atmosfery, w przypadku Ziemi bardzo wyjątkowy. Atmosfera ziemska jest bowiem niestabilna - nie może istnieć w stanie naturalnym przez dłuższy czas. Przykładem jest współwystępowanie tlenu i metanu, które reagują szybko i gwałtownie: ich wspólne istnienie świadczy więc o swego rodzaju "sztuczności" ziemskiej atmosfery, sukcesywnie wzbogacanej w oba gazy, w miarę jak wzajemnie się neutralizują. Jej składu nie da się wyprowadzić poprzez analogię z innymi planetami naszego układu ani z żadnych innych przesłanek dostępnych naszej wiedzy o chemii czy kosmologii; wygląda zupełnie inaczej niż wydawałoby się, że powinna. Ponadto jej cechy wydają się być szczególnie korzystne dla wszelkich rodzajów życia, jakie jesteśmy sobie w stanie wyobrazić, a co najdziwniejsze, pomimo całej swojej niestabilności atmosfera w obecnej postaci okazała się być trwała przez setki milionów lat, umożliwiając biosferze istnienie. Lovelock doszedł do wniosku, że życie samo w sobie jest jedyną siłą dostatecznie potężną, by przeciwstawiać się zmianie tego jakże osobliwego energetycznie stanu, oraz odnoszącą z tego korzyści - tak więc ono może być wytłumaczeniem takiego stanu rzeczy. Atmosfera wydała mu się być nie tyle produktem biologicznym, ile raczej "(...) biologiczną konstrukcją - nieożywioną wprawdzie, ale podobną np. do futra kota (...), rozszerzeniem żywego organizmu przeznaczonym do utrzymywania wybranego stanu środowiska". W ten sposób zaczęła się kształtować hipoteza Gai.

Samo jednak utożsamienie życia z ucieczką od niestabilności, chaosu nie daje odpowiedzi na wszystkie pytania. Dlaczego życie jest zjawiskiem rzadkim, jeśli nie unikalnym w kosmosie? Wydaje się, iż przeciwstawianie się entropii jest na tyle trudne, że wymaga spełnienia wielu rzadkich warunków. Pytanie, dlaczego właśnie nasza planeta okazała się spełniać odpowiednie warunki do

pojawienia się życia przekracza zakres hipotezy Gai. Próbuje ona za to wyjaśnić, dlaczego te niezwykle i trudne warunki, tak korzystne do życia, trwają od prawie czterech miliardów lat pomimo wielu niekorzystnych wpływów zewnętrznych. Skoro spadek emisji światła ze Słońca rzędu 2% spowodował początek ostatniej epoki lodowej, to konsekwencje wzrostu tej emisji o 30% - a na tyle szacuje się jej zmianę na przestrzeni całego okresu trwania życia na Ziemi - powinny być tak ogromne, że życie nie miałoby szans na przetrwanie. Tymczasem średnia temperatura **ani razu** nie osiągnęła wartości spoza przedziału 0-40°C. Według Lovelocka, wszystkie ziemskie organizmy, choć konkurują ze sobą i dążą do indywidualnego sukcesu, jakim jest maksymalizacja reprodukcji, tworzą jako całość strukturę wyższego rzędu, rodzaj superorganizmu - Gaję, którą Lovelock postrzega holistycznie: ma ona nie tylko cechy spotykane na niższych poziomach organizacji biologicznej, ale także te charakterystyczne tylko dla niej. Biosfera jako pewna całość jest zatem czymś więcej niż tylko sumą poszczególnych elementów, które się na nią składają. Lovelock tak opisuje Gaję: "Gaja może być zdefiniowana jako złożona jedność zawierająca biosferę, atmosferę, oceany i gleby Ziemi; całość stanowiąca sprzężenie zwrotne systemów cybernetycznych poszukujących optymalnego fizycznego i chemicznego środowiska naturalnego dla życia na tej planecie".

Lovelock formułując swoją hipotezę, starał się odkryć sposoby, za pomocą których organizmy wpływają na środowisko swojego życia (na przykład: wolny tlen z atmosfery zniknąłby bardzo szybko, gdyby życie nie tworzyło go wciąż od nowa), co pomogłoby wytłumaczyć, dlaczego warunki korzystne do życia są na Ziemi tak trwałe. Wyszedł bowiem z założenia, że odrzucenie tezy, iż "życie samo określa warunki fizyczne potrzebne do jego trwania i utrzymuje je na odpowiednim poziomie" musi nas doprowadzić do konstatacji, że "życie balansowało przez 3,5 miliarda lat swej historii niczym igła stojąca na swym czubku". Tymczasem pomimo wielu kryzysów i katastrof ciągłość życia nie była ani przez chwilę zagrożona - co oznaczałoby, że nie tylko ono dostosowywało się do warunków środowiska, ale i one były do pewnego stopnia cały czas dla życia odpowiednie. Choć Lovelock uważa swoją hipotezę za rozwinięcie wizji Darwina, takie ujęcie tematu jest dalekie od tradycyjnie przyjętego. Od czasów Darwina ewolucja postrzegana jest jako proces zachodzący w środowisku, rzadko zwracano uwagę na to, że życie nie tylko zależy od środowiska abiotycznego, ale i aktywnie kształtuje jego cechy, że żywe istoty są tak samo przystosowane do środowiska, jak ono jest "przystosowane" do nich. Dlatego wizja Lovelocka, jako tak oryginalna, spotkała się z wieloma zarzutami.

Jednym z poważniejszych argumentów przeciwników hipotezy Gai było to, że w świetle dogmatów ewolucji przystosowanie się ziemskiego superorganizmu do kosmicznych warunków i jego ewolucja niemożliwe byłyby bez reprodukcji i selekcji, a kosmos pełen powinien być biosfer, które okazały się być nie dość dobrze dostosowane. Takie rozumowanie prowadzi do pojęć takich, jak "wspólny przodek" czy "rozdór" planet i zdaniem krytyków Lovelocka dowodzi, że cała hipoteza jest absurdalna. Bardzo powszechny jest też podobny zarzut, że hipoteza Gai zakłada teleologiczność, celowość poczynań biosfery. James Lovelock odpierał takie ataki przedstawiając swój słynny Świat Stokrotek - uproszczony model biosfery składającej się tylko z tego jednego gatunku, utrzymujący globalną temperaturę na stałym poziomie w obliczu czasu i zwiększającej się energii słonecznej.

Stokrotki, tworzące nieraz duże skupienia, mają zróżnicowane zabarwienie; Lovelock przyjął, że kwiaty te mogą potencjalnie zasiedlić każdy zakątek modelowej planety i że ich zabarwienie może przybierać skrajne barwy, od śnieżnobiałej do czarnej. Im jaśniejszy odcień stokrotek, tym większa część energii słonecznej jest odbijana; w przypadku przewagi osobników ciemnych, zamieszkiwana przez nie część planety bardziej się nagrzewa. Za pomocą matematycznej symulacji Lovelock wykazał, że stokrotki mogą aktywnie kształtować klimat i utrzymywać temperaturę planety na stałym poziomie. O żadnej celowości w działaniu stokrotek, konkurujących ze sobą wg klasycznych darwinowskich reguł, nie mogło być mowy, a jednak cele całości były realizowane. A wszystko to było poniekąd zwykłym "ubocznym" skutkiem działania normalnych zależności ekologicznych,

konkurencji, zróżnicowanej przeżywalności itp. Kiedy temperatura zaczynała niebezpiecznie wzrastać, zbliżając się do granic tolerowanych przez stokrotki, jasne formy zaczęły stawać się najsilniejszym gatunkiem, ponieważ ich pęki tworzyły chłodne miejsca, które sprzyjały dalszemu wzrostowi stokrotek. W miarę, jak białe stokrotki rozprzestrzeniały się, ich zbiorowym wpływem było stopniowe obniżanie globalnej temperatury, co pozwoliło przetrwać całej biosferze, w tym osobnikom ciemnym. Jak napisał Lovelock: "Kiedy działalność jakiegoś organizmu sprzyja środowisku oraz samemu organizmowi, nastąpi rozprzestrzenienie się zarówno organizmu jak i środowiska; w efekcie zmiana organizmu i środowiska stanie się globalna. Odwrotny proces jest także możliwy i każdy gatunek, który ujemnie wpływa na środowisko jest skazany na śmierci, lecz życie trwa nadal". Ponieważ trudno zakładać, że pojedyncze rośliny wykazywały zainteresowanie dobrem planety jako całością i miały odpowiednią wiedzę, by aktywnie działać w tym kierunku, Świat Stokrotek (i późniejsze, bardziej skomplikowane modele) są uznawane przez zwolenników hipotezy Gai za dowód, że nie musi ona być teleologiczna, i że może ona być samoregulującą jednością pomimo ostrej rywalizacji na poziomie osobniczym czy gatunkowym.

Hipoteza Gai ma też jeden bardzo ważny aspekt, szczególnie istotny jeśli chodzi o pojmowanie roli poszczególnych elementów (w tym człowieka) w utrzymywaniu globalnej homeostazy i o granice dopuszczalnej ingerencji w naturalne procesy. Jeśli uznamy Gaję za organizm, to procesy zachodzące wewnątrz biosfery byłyby rodzajem fizjologii, a cykle biogeochemiczne - wymiany materii (co prawda w obiegu prawie zamkniętym, ale zawsze). Atomy poszczególnych pierwiastków krążą nieustannie, przechodząc zarówno przez "żywe", jak i "nieożywione" elementy globalnego organizmu, przy czym tempo obiegu w sposób zasadniczy uzależnione jest od tych pierwszych. Idąc dalej tym tropem: jeśli Gaja ma swoją fizjologię, to ma i swoją patologię (Lovelock nazywa efekt cieplarniany "gorączką", a kwaśne deszcze "nadkwasotą"). Co miałyby być patogenami wywołującymi planetarne schorzenia? Wydaje się, że za ich odpowiednika może być uznany tylko człowiek. Człowiek, dawniej część przyrody, jeden z wielu jej elementów, zaczął w pewnym momencie rozmnażać się w sposób niekontrolowany, co stanowi zagrożenie dla życia zdrowych elementów. Należy pamiętać, że tak, jak śmierć organizmu prowadzi do śmierci nowotworu, który nie potrafi funkcjonować poza organizmem, tak człowiek współczesny niszcząc środowisko - niszczy siebie. Mechanizmy samoregulacji tworzą na drodze ewolucji gatunki przystosowane do życia w pewnych warunkach. W przypadku, gdy działalność jakiegoś gatunku zbyt mocno zmienia naturalne warunki jego życia, nie jest on w stanie przystosować się do takiego odmiennego środowiska i musi zginąć, pozostawiając miejsce dla innych. Ten sposób spojrzenia na siebie stanowi pewien przełom w myśleniu i gdyby został spopularyzowany, mógłby być dobrym instrumentem kształtowania prośrodowiskowych postaw.

Jeśli podejmiemy do obiegu materii i energii na Ziemi jako do rodzaju fizjologii, zasadne będą pytania o rolę poszczególnych elementów. Co spełnia rolę sensorów, co elementów pośredniczących, a co efektorów homeostatycznej maszyny? Można próbować ustalić, jaki element jest odpowiednikiem np. nerek, regulującym stężenie soli w oceanie. W ten sposób dochodzimy do kolejnej rewolucyjnej implikacji ewentualnego przyjęcia punktu widzenia Lovelocka. Może równie ważnym pytaniem, jak to, **z czego składają się** poszczególne populacje czy ekosystemy, bardziej na miejscu byłoby zapytać się, **jaką pełnią funkcję** w kontekście wpływu na całość biosfery? I które części superorganizmu są tylko przydatne, a które niezbędne do dalszego trwania biosfery? Na pewno trudnym, ale zarazem fascynującym zadaniem byłaby próba postrzegania na przykład ptaków (przenoszących fosfor z mórz na kontynenty) jako czegoś odpowiadającego hemoglobinie, wiążącej i rozprowadzającej tlen, a alg i mikroorganizmów jako ważnych regulatorów ziemskiej fizjologii. Spojrzenie przez pryzmat hipotezy Gai na rolę wszelkich ekosystemów (nie tylko lasów tropikalnych, które już funkcjonują w powszechnej świadomości jako "płuca Ziemi") zmusza nas do poważnego zastanowienia się nad sposobami zagospodarowywania zasobów naturalnych i daje mocne argumenty zwolennikom kompleksowego, biocenotycznego nurtu ochrony przyrody. Hipoteza Gai jest też dlatego korzystna dla celów ochroniarskich, że Lovelock konstruując swoje modele, zwracał

uwagę na wartość bioróżnorodności: "Ekologia teoretyczna jest stale rozszerzana. Gdy gatunki i ich fizyczne środowiska ujmemy razem w pojedynczy system, możemy po raz pierwszy zbudować modele ekologiczne, które są matematycznie stałe, a jednak zawierają ogromną ilość konkurujących gatunków. W owych modelach zwiększona różnorodność wśród gatunków prowadzi do lepszej regulacji". Poza tym, hipoteza Lovelocka prowadzi do utożsamienia życia z biosferą - trudno w jej ramach wyobrazić sobie organizmy istniejące dłuższy czas poza chroniącym życie systemem. Tak więc (pomijając początkowy i schyłkowy okres istnienia życia na danej planecie) albo życie istnieje na całej niemalże planecie, albo wcale. Na dłuższą metę niemożliwe jest istnienie enklaw, oaz pośród martwej pustyni - czy to marsjańskiej, czy poindustrialnej.

Warto też wspomnieć o jednym z rozwinięć hipotezy Gai, zawartych przez Petera Russella w książce "The Global Brain". Choć również uległ on narzucającemu się skojarzeniu działalności człowieka z nowotworem, przedstawił dodatkową wizję, nieco bardziej optymistyczną. Otóż homo sapiens może stać się odpowiednikiem mózgu planety. Tak jak w miarę ontogenezy człowieka najpierw znacząco wzrasta liczba neuronów, a dopiero potem poprzez zwiększenie liczby połączeń następuje ich integracja w złożony, samoświadomy układ, tak rozwój ludzkości (demograficzny i telekomunikacyjny) wkracza właśnie w fazę cywilizacji będącej odpowiednikiem planetarnej świadomości, zdolnej do poznania zasad swojego funkcjonowania i przewidywania globalnych katastrof oraz zapobiegania im. Choć taka koncepcja idzie bardzo daleko (a jej autor poszedł jeszcze dalej) i nie jest naukowo sprawdzalna, to jako rodzaj światopoglądu i sposób wzbudzenia w ludziach odpowiedzialności i przywrócenia im dumy z bycia człowiekiem wydaje się być odpowiednia.

Należy jednak zwrócić uwagę, że pewne założenia hipotezy Gai, szczególnie wyrwane z kontekstu, mogą być czasem groźne w skutkach. James Lovelock posunął się kiedyś do stwierdzenia, że zanieczyszczenie środowiska jest kwestią marginalną, gdyż zanieczyszczenia przemysłowe nie dosięgają Gai, a substancje chemiczne emitowane w trakcie naszej działalności zawsze były w pewnej ilości obecne w atmosferze, dlatego nazywanie ich "zanieczyszczeniami" wynika po prostu z przyjęcia antropocentrycznego punktu widzenia - niezwykle trudno ocenić, jakie ich stężenie byłoby groźne dla Gai jako całości. Lovelock uważa, że możliwości samoregulacyjne naszej planety są na tyle potężne, że nawet bardzo istotne zmiany w poszczególnych jej elementach nie zagrażają istnieniu całości. Wizja naszej planety, jaka się wyłania z jego rozważań (Ziemia jako świat samostwarzający się i odporny na zakłócenia) może być - i czasem bywa - użyta wbrew intencjom autora jako argument przeciwko niektórym postulatam obrońców środowiska naturalnego. Jak pokazała historia, każda koncepcja, nawet najszlachetniejsza, może zostać w zwulgaryzowanej formie wykorzystana do dowolnych celów. I choć trudno będzie hipotezie Gai jako teorii tak globalnej, a więc trudnej do zweryfikowania i budzącej bardzo emocjonalne reakcje, zyskać nowych zwolenników w świecie nauki, to szerokie upowszechnienie jej głównych tez jest moim zdaniem możliwe i mogłoby pozytywnie wpłynąć na kształtowanie nowoczesnego i odpowiedzialnego stosunku ludzi do ich własnego środowiska życia - pod warunkiem ustrzeżenia się uproszczeń i egoistycznych interpretacji.

**Michał Sobczyk**