



Małgorzata
BURCHARD-DZIUBIŃSKA

OCHRONA KLIMATU

Dlaczego tak trudno
o sukces?



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

OCHRONA KLIMATU

Dlaczego tak trudno o sukces?



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

Małgorzata
BURCHARD-DZIUBIŃSKA

OCHRONA KLIMATU

Dlaczego tak trudno o sukces?



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

Łódź 2025

Małgorzata Burchard-Dziubińska (ORCID: 0000-0001-5546-2032)

– Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

Katedra Ekonomii Rozwoju, 90-214 Łódź

ul. Rewolucji 1905 r. 41

RECENZENTKI

Ewa Bińczyk, Joanna Kulczycka

REDAKTOR INICJUJĄCA

Katarzyna Włodarczyk

REDAKCJA

Joanna Misztal

SKŁAD I ŁAMANIE

AGENT PR

KOREKTA TECHNICZNA

Anna Mateusiak

PROJEKT OKŁADKI

Anna Nachowska, PracowniaKsiazki.pl

Grafika wykorzystana na okładce: Vecteezy.com

© Copyright by Małgorzata Burchard-Dziubińska, Łódź 2025

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2025

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.11263.23.0.M

Ark. wyd. 13; ark. druk. 12

<https://doi.org/10.18778/8331-707-6>

ISBN 978-83-8331-706-9

e-ISBN 978-83-8331-707-6

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-237 Łódź, ul. Matejki 34A

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. 42 635 55 77

Dla Leonarda, który na nowo poruszył mój świat

Spis treści

Spis skrótów	9
Wstęp	11
Rozdział I	
Gospodarowanie a klimat	13
1.1. Nisza klimatyczna ludzkości	13
1.2. Wpływ człowieka na klimat w świetle badań i teorii naukowych	17
1.3. Czwarta rewolucja przemysłowa a klimat	25
1.4. System przyrodniczo-społeczno-gospodarczy w czasach antropocenu	29
Rozdział II	
Współpraca międzynarodowa na rzecz klimatu	39
2.1. Początki międzynarodowej współpracy w dziedzinie klimatu	39
2.2. Pierwsze umowy międzynarodowe w dziedzinie ochrony klimatu	41
2.3. Sztuka negocjacji i strategię zachowań wobec problemu zmian klimatu	47
Rozdział III	
Ochrona klimatu w świetle badań ekonomii	51
3.1. Emisje i koncentracja w atmosferze gazów cieplarnianych – ujęcie modelowe	51
3.2. Zachowania strategiczne wobec zmiany klimatu	59
3.3. Analiza kosztów i korzyści jako podstawa decyzji o współpracy międzynarodowej w ochronie klimatu	65
3.4. Państwa rozwijające się wobec zmian klimatu	74
3.5. Ochrona klimatu a wzrost gospodarczy	79
Rozdział IV	
Zasoby naturalne w grze o klimat	83
4.1. Ewolucja energetycznego zasilania procesów gospodarczych	83
4.2. Popyt na energię elektryczną w ujęciu globalnym	85
4.3. Surowce energetyczne a dekarbonizacja	87
4.4. Surowce nieenergetyczne ważne z punktu widzenia wytwarzania energii	96
4.5. Ciemne strony zielonej transformacji	103

Rozdział V

Zbrojenia i wojny a klimat **109**

- 5.1. Emisje gazów cieplarnianych związane z sektorem militarnym i wojnami – zarys problematyki 109
- 5.2. Emisje gazów cieplarnianych związane z wojną w Ukrainie i konfliktem w Strefie Gazy 111
- 5.3. Emisje gazów cieplarnianych powiązane pośrednio z wojnami i konfliktami 116
- 5.4. Zmiana klimatu jako przyczyna konfliktów i wojen 118

Rozdział VI

Polityka klimatyczna – ujęcie przekrojowe **123**

- 6.1. Zasady sprawowania polityki klimatycznej 123
- 6.2. Uwarunkowania polityki klimatycznej 134
- 6.3. Działania podejmowane przez głównych graczy 138
- 6.4. Ochrona klimatu w różnych reżimach politycznych 149
- 6.5. Postawy społeczne wobec wyzwań klimatycznych ludzkości 154

Zakończenie 163

Bibliografia 169

Spis skrótów

- AFREWATCH – African Resources Watch
- AKK – analiza kosztów i korzyści
- DICE – Dynamic Integrated Climate-Economy – Dynamiczny Zintegrowany Model Klimatyczno-Gospodarczy
- DRM IMS – Disaster Risk Management and Information Management System
- ECOWAS – The Economic Community of West African States – Wspólnota Gospodarcza Państw Afryki Zachodniej
- EU ETS – European Union Emissions Trading System – System Handlu Emisjami Unii Europejskiej
- EVI – Economic Vulnerability Index – wskaźnik podatności gospodarczej
- GC – gazy cieplarniane
- GEF – Global Environment Facility – Globalny Fundusz Środowiskowy
- IEA – The International Energy Agency – Międzynarodowa Agencja Energetyczna
- IGAD – The Intergovernmental Authority on Development – Międzyrządowy Organ ds. Rozwoju
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu
- KOBiZE – Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami
- LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forestry – Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo
- OECD – The Organisation for Economic Co-operation and Development – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
- RICE – Regional Integrated Climate-Economy – Regionalny Zintegrowany Model Klimatyczno-Gospodarczy
- RISDP – Regional Indicative Strategic Development Plan – Regionalny Orientacyjny Plan Rozwoju Strategicznego
- RVAA – Regional Vulnerability Assessment and Analysis – Ocena i analiza podatności regionalnej
- SADC – Southern African Development Community – Południowoafrykańska Wspólnota Rozwoju
- SARCOF – Southern African Regional Climate Outlook Forum – Południowoafrykańskie Regionalne Forum Perspektyw Klimatycznych

SIPRI – Stockholm International Peace Research Institute – Międzynarodowy Instytut Badań nad Pokojem w Sztokholmie

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change – Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych ws. zmian klimatu

WHO – World Health Organization – Światowa Organizacja Zdrowia

WMO – World Meteorological Organization – Światowa Organizacja Meteorologiczna

ZZP – Zasada „zanieczyszczający płaci”

Wstęp

Kiedy w 2005 r. kończyłam pisać książkę *Instytucjonalne aspekty międzynarodowej współpracy w dziedzinie ochrony środowiska przyrodniczego* (2006), zmiana klimatu była jedną z kilku, ale zyskującą na znaczeniu, kwestią. Po podpisaniu (1992 r.) i wejściu w życie (1994 r.) Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu wydawało się, że zrozumienie potrzeby wzmocnienia działań na tym polu nie budzi wątpliwości. Nadzieje podtrzymało wejście w życie (2004 r.) protokołu z Kioto, zgodnie z którym w latach 2008–2012 globalne emisje gazów cieplarnianych (GC) miały spaść o 5,2% w porównaniu z poziomem z 1990 r. Proces ratyfikacji protokołu przez wystarczającą liczbę państw odpowiadających za minimum 55% globalnych emisji GC trwał jednak dość długo, bo od 1997 r., co było widocznym sygnałem, że gotowość do współpracy jest umiarkowana. Potem świat ujrzał raport Sterna (2006 r.), który był pierwszym ważnym ostrzeżeniem co do poprawności modelowych predykcji odnośnie do tempa i charakteru zmian klimatycznych, i kolejne raporty Międzyrządowego Panelu ds. Zmiany Klimatu (IPCC). Bieg zdarzeń jakby przyspieszył. To, co miało wydarzyć się w drugiej połowie XXI w. w warunkach braku współpracy, staje się naszą codziennością – ekstremalne zjawiska pogodowe i ich katastrofalne skutki, topniejące lodowce, przesuwanie się stref klimatycznych, podnoszenie się poziomu mórz już dziś dają się mocno we znaki, wywracając do góry nogami życie milionów ludzi na całym świecie. W ostatnich kilku miesiącach byliśmy świadkami różnych dramatycznych wydarzeń potwierdzających wzrost ryzyka związanego ze zmianą klimatu. W Polsce wciąż obserwujemy żenującą polityczną przepychankę dotyczącą tego, dlaczego pomoc ofiarom powodzi, która we wrześniu 2024 r. dotknęła województwa dolnośląskie, opolskie i śląskie, nie dociera do poszkodowanych tak szybko, jak powinna, i jak ją finansować. Mamy także w pamięci tragiczne obrazy z powodzi w innych regionach Europy, zwłaszcza hiszpańskiej Walencji, gdzie w październiku 2024 r. na skutek powodzi błyskawicznej zginęło ponad 200 osób, a 80 uznano za zaginione. W niektórych miejscach w kilka godzin odnotowano roczną sumę opadów deszczu. Zdaniem ekspertów pogodowy kataklizm w Hiszpanii został wzmocniony przez zmiany klimatyczne. Te zmiany odpowiadają także za problemy w innych regionach świata – gwałtowne pożary w Kalifornii, dotkliwe susze w niektórych regionach Afryki, ekstremalne temperatury i przeciągające się fale upałów w wielu innych miejscach na świecie, rozmarzanie wiecznej zmarzliny.

W książce podjęłam próbę odpowiedzi na zawarte w tytule pytanie: dlaczego tak trudno o sukces w dziedzinie ochrony klimatu? Rozważania rozpoczęłam od przeglądu doniesień naukowych na temat ziemskiego klimatu i roli ekosystemów w jego kształtowaniu, wyzwań związanych z rewolucją 4.0. oraz przenikania kwestii zmian klimatycznych do kultury masowej. Następnie zaprezentowałam etapy współpracy międzynarodowej w dziedzinie ochrony klimatu. Wiele uwagi poświęciłam próbom objaśniania tej przyrodniczo-społeczno-gospodarczej układanki przez ekonomistów, którzy wypowiadają się na ten temat z użyciem coraz bardziej zaawansowanych modeli, analizy kosztów i korzyści, oceny ryzyka. Nie ominęłam też krytyki wzrostu gospodarczego jako dominującej strategii rozwoju. Jest oczywiste, że polityka klimatyczna jest silnie spleciona z polityką energetyczną. Dekarbonizacja poprzez elektryfikację to kolejny punkt rozważań, przedstawiony z perspektywy zmian na rynkach surowcowych. Z jednej strony chodzi o klasyczne surowce energetyczne, z drugiej o surowce nieenergetyczne ważne z punktu widzenia wytwarzania energii. To o dostęp do nich toczy się „zielony wyścig zbrojeń”, w którym ścierają się interesy państw, korporacji, ludów rdzennych i obrońców środowiska. Nie mniej istotne jest też to, do jakich celów i jak używamy dostępnych zasobów. O tym traktuje rozdział poświęcony wojnom i konfliktom w związku ze zmianą klimatu. Zapewnienie odpowiedniej podaży globalnego dobra publicznego, jakim jest ochrona klimatu, to kwestia głównie polityczna. W kolejnym rozdziale opisałam dylematy z tym związane, a także strategie wybierane przez głównych graczy – Chiny, Stany Zjednoczone, Indie, Unię Europejską, Rosję. Ponieważ trudno jednoznacznie stwierdzić, czy ochrona klimatu lepiej udaje się w państwach demokratycznych czy autorytarnych, przyjrzałam się zachowaniom społecznym, próbując zbadać, jak na rynku instytucji kształtują się popyt na ochronę klimatu i podaż stosownych rozwiązań. W tej części pracy wykorzystałam wnioski płynące z setek rozmów przeprowadzonych głównie z moimi studentkami i studentami z ponad 20 krajów świata, wielu spotkań z przedstawicielami władz różnych szczebli, udziału w konferencjach naukowych, warsztatach i projektach badawczych. To były interesujące poznawczo doświadczenia, które wykorzystałam, aby w podsumowaniu zaprezentować własną diagnozę przyczyn braku postępu w ochronie klimatu, który byłby adekwatną odpowiedzią na potrzeby z tym związane. Rozważania są reprezentatywne dla ekonomii ekologicznej i nowej ekonomii instytucjonalnej, choć nawiązują także do ekonomii głównego nurtu. Dokonane odkrycia wyraźnie wskazują na konieczność wzmocnienia badań na gruncie ekonomii behawioralnej.

Rozdział I

Gospodarowanie a klimat

1.1. Nisza klimatyczna ludzkości

Jedną z najważniejszych cech charakteryzujących planety jest skład atmosfery. Na tej podstawie staramy się m.in. szukać odpowiedzi na pytanie o istnienie życia w formie, którą umiemy sobie wyobrazić. Z badań nad geologiczną przeszłością Ziemi wynika, że skład ziemskiej atmosfery nie był stabilny i nie da się go wyprowadzić poprzez analogię z innymi poznanymi planetami. Jednak pomimo całej swojej zmienności atmosfera Ziemi okazała się na tyle trwała przez setki milionów lat, że umożliwiła pojawienie się biosfery, początkowo skrajnie różnej od tej, którą znamy dzisiaj. Ta biosfera ewoluowała i w pewnym okresie stała się zdolna do podtrzymywania trwania naszego gatunku. Jak się przypuszcza, życie na Ziemi pojawiło się 4 mld lat temu lub jeszcze dawniej. Badania paleobiologów potwierdziły istnienie życia biologicznego w skałach datowanych na 3,5–3,3 mld lat. Znajdowane w skałach osadowych ślady drobnoustrojów dowodzą, że już wtedy uczestniczyły one w obiegu węgla, żelaza, siarki i innych pierwiastków. Ten pradawny świat jednak znacząco różnił się od dzisiejszego. W atmosferze dominowały lotny azot i dwutlenek węgla, którym towarzyszyła para wodna i zmienne domieszki lotnego wodoru. Analizy chemiczne najstarszych skał osadowych wskazują na brak lotnego tlenu. Proces formowania się atmosfery zawierającej tlen rozpoczął się ok. 2,4 mld lat temu. Stało się to za sprawą metabolizmu żyjących wówczas mikroorganizmów zdolnych do oddechowego przetwarzania jonów siarczanowych i utlenionego żelaza (Knoll, 2022). Choć geolodzy są zgodni co do tego, kiedy O_2 zaczął się kumulować w ziemskiej atmosferze, to nie ma między nimi konsensusu, jak do tego doszło. Zgadzają się co do dwóch kwestii. Po pierwsze, tlen w atmosferze pojawił się dzięki organizmom żywym, zdolnym przeprowadzać fotosyntezę tlenową, w której woda dostarcza elektronów, a O_2 powstaje jako produkt uboczny. Na pradawnej Ziemi organizmami zdolnymi do fotosyntezy tlenowej były sinice, które doprowadziły do tzw. katastrofy tlenowej (Great Oxygenation Event). Drugi konsensus dotyczy tempa przemiany planetarnej polegającej na kumulacji O_2 w atmosferze

i oceanach. Było to możliwe tylko w sytuacji, kiedy tempo wytwarzania tlenu przez sinice przekraczało tempo, w którym był on usuwany w drodze procesów fizycznych i biologicznych. Jak się zakłada (m.in. na podstawie badań obecnie żyjących organizmów beztlenowych), istotną rolę w tych procesach mógł odegrać fosfor, którego ilość w obiegu wzrosła po wyłonieniu się rozległych, stabilnych kontynentów. Gdy było go dostatecznie dużo, wzrosło ekologiczne znaczenie sinic, które przeobraziły świat. Wytwarzany przez nie tlen neutralizował inne źródła elektronów, co prowadziło do upowszechnienia się fotosyntezy tlenowej i koncentracji tlenu w powietrzu. Materia organiczna wytwarzana przez sinice opadała na dno i była wyłączona z procesu oddychania. Wtedy uruchomił się silnik akumulacji O_2 w powietrzu, co trwale zmieniło skład atmosfery (Knoll, 2022, s. 97–99).

Nie wchodząc w szczegóły dociekań paleobiologów i geologów, poprzestańmy na konstatacji, że ukształtowanie się planety, jaką dzisiaj znamy, jest wynikiem interakcji między Ziemią a życiem. Inaczej mówiąc, organizmy nie tylko są odzwierciedleniem swego środowiska, lecz także przyczyniają się do jego formowania. Pomimo wielu kryzysów i katastrof ciągłość życia na naszej planecie 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. Tak było w odległej przeszłości, kiedy swą tlenotwórczą rolę odegrały sinice, tak jest i teraz, w epoce człowieka. *Homo sapiens* zaczął kształtować świat wokół siebie od momentu swojego pojawienia się, a w miarę upływu czasu skala tego oddziaływania nie tylko rosła wraz z powiększaniem się ludzkiej populacji, lecz także zmieniały się jego formy. Zdaniem antropologów przewaga, jaką zyskaliśmy nad innymi gatunkami, wynika z trzech atrybutów: posługiwania się językiem (mową), panowania nad ogniem i wytwarzania narzędzi. Najstarsze znane dowody aktywności naszych przodków w postaci malunków w jaskiniach, narzędzi, takich jak igły, szydła, datuje się na 44–40 tys. lat. Nie zawsze potrafimy wyjaśnić, dlaczego stało się to właśnie wtedy, ale jako gatunek wyraźnie zyskaliśmy przewagę nad pozostałymi, co zapewne przejawiało się w tym, że nasi przodkowie zmienili swój sposób myślenia i zachowania. Okres, o którym mowa, to nie była dla ludzi czysta sielanka. Zmiany w środowisku zachodziły jednak na tyle wolno, że dawały szansę na dostosowanie się, zwykle związane z migracją na bardziej przyjazne tereny. Dowody genetyczne i paleoantropologiczne potwierdzają, że dzisiejsza populacja ludzka jest wynikiem wielkiej ekspansji demicznej (demograficznej i geograficznej), która rozpoczęła się ok. 45 tys. do 60 tys. lat temu w Afryce i szybko doprowadziła do zajęcia przez ludzi niemal wszystkich zamieszkałych regionów Ziemi (Thorne, Wolfpoff, 1992; Henn i in., 2012). Są badacze, którzy twierdzą, że migracje rozpoczęły się ok. 100 tys. lat temu, początkowo w kierunku ziem dzisiejszego Izraela, potem od 70 tys. do 50 tys. lat temu, w kierunku Azji i Europy. *Homo sapiens* jest jedynym żyjącym gatunkiem z rodzaju *Homo*. Najstarsze skamieniałości do niego przypisane odnajdywane są w marokańskich skałach sprzed 300 tys. lat. Są one nieznacznie młodsze od świadectw zaistnienia nowej zaawansowanej kultury wytwórców narzędzi oraz kontrolowanego powszechnego używania ognia (Hoffecker i in., 1993; Schurr, 2000; Harari, 2020).

Od końca ostatniej epoki lodowcowej człowiek funkcjonuje w warunkach mało burzliwych z przyrodniczego punktu widzenia. Ze względu na swoje rosnące możliwości związane z rozwojem wiedzy i technologii bierze w posiadanie coraz to nowe tereny, które zasiedla, eksploatuje, przekształca, często degraduje. Właśnie ta degradacja środowiska przyrodniczego przysparza ludziom coraz więcej problemów. Nie tylko przejawia się na wiele sposobów i obecnie dotyczy wszystkich komponentów środowiska, lecz także się pogłębia, utrudniając korzystanie z ziemskiego ekosystemu na dotychczasowych warunkach. Choć problemem najbardziej gorącym (dosłownie i w przenośni) jest obecnie globalne ocieplenie, to jest on powiązany z innymi aspektami funkcjonowania globalnego systemu przyrodniczego i jego składowych.

Nawoływanie do całościowego spojrzenia na Ziemię i jej ekosystem znajdziemy w wielu inspirujących publikacjach. W tym kontekście warto wspomnieć prace Kennetha E. Bouldinga *The Economics of the Coming Spaceship Earth* (1966) i R. Buckminstera Fullera *Operating Manual For Spaceship Earth* (1969). Obaj użyli tego samego porównania Ziemi do statku kosmicznego, którym wraz innymi gatunkami lecimy przez wszechświat. W literaturze światowej szczególnie akcentuje się znaczenie eseju K.E. Bouldinga, w którym zawarł on koncepcję zamkniętej gospodarki o ograniczonych zasobach, tak jak w warunkach statku kosmicznego. W eseju tym pisał o otwartej gospodarce kowbojskiej z pozornie nieograniczonymi zasobami i zamkniętej gospodarce „statku kosmicznego”. Określenie to weszło do kanonu dwudziestowiecznej myśli ekonomicznej i miało wpływ na powstanie ekonomii zrównoważonego rozwoju. Jak zsyntetyzował Stanisław Czaja (2017), wkład Bouldinga dotyczy:

- stworzenia podstaw ogólnej teorii systemów i ujęcia holistycznego;
- stworzenia koncepcji totalnego systemu światowego i modelowania globalnego;
- zwrócenia uwagi na przyrodniczo-ewolucyjny wymiar funkcjonowania totalnego systemu światowego i jego poszczególnych składników;
- podkreślenia znaczenia duchowo-osobowościowego wymiaru przemian cywilizacyjnych;
- badań nad nową koncepcją człowieka;
- koncepcji zamkniętej gospodarki „statku kosmicznego Ziemia” o ograniczonych zasobach i sugestii innego sposobu mierzenia – waloryzacji aktywności gospodarczej (Czaja, 2017, s. 78).

Zrozumienie, że zasoby totalnego systemu światowego są ograniczone, zmusza do radykalnej zmiany spojrzenia na istotę gospodarowania i funkcjonowania samego systemu. Zdaniem Bouldinga „W związku z tym człowiek musi znaleźć swe miejsce w cyklicznym systemie ekologicznym zdolnym do stałej reprodukcji form materialnych, choć nie da się uniknąć zewnętrznego dopływu energii” (Boulding, 1966, s. 3). Oznacza to konieczność zmiany spojrzenia na produkcję i konsumpcję, a kryteria ich maksymalizacji należy zastąpić kryteriami racjonalizacji i wstrzemięźliwości. Zmianie powinna również ulec koncepcja monitorowania i pomiaru gospodarki oraz całego systemu społecznego. Drugi z autorów stwierdził z kolei:

„Organizując naszą wielką strategię, musimy najpierw odkryć, gdzie jesteśmy teraz; to znaczy, jaka jest nasza obecna pozycja nawigacyjna w uniwersalnym schemacie ewolucji. Aby rozpocząć ustalanie naszej pozycji na pokładzie naszego statku kosmicznego Ziemia, musimy najpierw uznać, że obfitość zasobów natychmiastowo zdalnych do spożycia, oczywiście pożądaných lub absolutnie niezbędnych, była wystarczająca do tej pory, aby umożliwić nam kontynuowanie pomimo naszej ignorancji” (Fuller, 1969, s. 18) i dodał, że „nasz statek kosmiczny jest tak znakomicie zaprojektowany, że jest w stanie utrzymać życie regenerujące się na pokładzie pomimo zjawiska entropii, przez które wszystkie lokalne systemy fizyczne tracą energię”.

Kwestie wzajemnych powiązań pomiędzy organizmami i Ziemią w ciekawy sposób przedstawił również James Lovelock. Zgodnie z jego hipotezą Gai opisaną w książce *Gaia. A New Look at Life on Earth* (1979) wszystkie ziemskie organizmy, choć konkurują ze sobą i dążą do indywidualnego sukcesu, jakim jest maksymalizacja reprodukcji, tworzą jako całość strukturę wyższego rzędu, rodzaj superorganizmu. To właśnie tytułowa Gaja – Matka Ziemia, postrzegana holistycznie, ma nie tylko cechy spotykane na niższych poziomach organizacji biologicznej, lecz także te charakterystyczne tylko dla niej. Stanowi pewną całość, będącą czymś więcej niż tylko sumą poszczególnych elementów, które się na nią składają. Zdaniem Lovelocka Gaja to złożona jedność zawierająca biosferę, atmosferę, oceany i gleby, które oddziałują na siebie wzajemnie, a sprzężenia zwrotne systemów cybernetycznych „poszukują” optymalnego fizycznego i chemicznego środowiska naturalnego dla życia na Ziemi. Hipoteza inspiruje, ale ma też swoich przeciwników, którzy krytykują ją na gruncie nauk biologicznych i społecznych (Kirchner, 1989; Tyrrell, 2013). Ci pierwsi podają w wątpliwość faktyczne mechanizmy i procesy wewnętrzne Ziemi, które umożliwiają jej samoregulację. Ci drudzy traktują to jako „ekologię mizantropijną”, która ogranicza zdolność człowieka do osiągnięcia celów rozwojowych na Ziemi. Bardzo powszechny jest też podobny zarzut, że hipoteza Gai zakłada teleologiczność, celowość poczynań biosfery, a wtedy nasuwają się pytania o funkcje poszczególnych populacji czy ekosystemów w kontekście wpływu na całość biosfery. Na przykład traktuje się lasy tropikalne jako „płuca Ziemi”. Spojrzenie przez pryzmat hipotezy Gai na rolę wszelkich ekosystemów powinno skłaniać do poważnego zastanowienia się nad sposobami zagospodarowywania zasobów naturalnych. Biocentryczny nurt ochrony przyrody także czerpie z tego podejścia swoje argumenty. Warto też wspomnieć o jeszcze jednym z rozwinięć hipotezy Gai, sformułowanym przez Petera Russella w książce *The Global Brain* (2008). Jego zdaniem *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 klęskom żywiołowym. Jesteśmy świadkami rosnącej mocy internetu integrującego ludzi

na całym świecie w sposób, jakiego nigdy wcześniej nie znano. Russell dowodzi, że miliardy wiadomości i informacji przesyłanych tam i z powrotem łączą umysły ludzkości w jeden globalny mózg o zdumiewającym potencjale i przedstawia ludzkość jako w pełni świadomy superorganizm.

1.2. Wpływ człowieka na klimat w świetle badań i teorii naukowych

Otoczenie Ziemi przez jej atmosferę wpływa na przepływ energii ze Słońca do powierzchni planety i z planety w przestrzeń kosmiczną. Obecność w atmosferze gazów cieplarnianych (GC), i w mniejszym stopniu pyłów i aerozoli, sprawia, że występuje naturalny efekt cieplarniany, który podnosi średnią temperaturę naszej planety do 14–15°C (zamiast ok. –19°C, gdyby efektu cieplarnianego nie było) (IPCC, 2018). Wzrost ilości GC sprawia, że przeciętna temperatura Ziemi także rośnie. Trzeciego lipca 2023 r. po raz pierwszy przekroczona została średnia temperatura 17°C, a już 6 lipca 2023 r. padł kolejny rekord – średnia globalna temperatura wyniosła 17,23°C. Wcześniejszy rekord odnotowany w sierpniu 2016 r. wynosił 16,92°C (Climate Reanalyzer, 2023). Proces globalnego ocieplenia wpływa na zmianę ziemskiego klimatu, co coraz bardziej niepokoi ze względu na konsekwencje dla ludzi i naturalnych ekosystemów. Ma to również wymiar ekonomiczny, widoczny w postaci rosnących kosztów gospodarowania i strat związanych m.in. z narastaniem intensywności i częstości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, braków wody, migracji wektorów różnych chorób na nowe terytoria, utratą terenów w związku z podnoszeniem się poziomu mórz. Poszczególne GC mają różny wpływ na ocieplenie Ziemi, co wynika z różnic w zdolności do pochłaniania energii oraz czasu przebywania w atmosferze. Aby mierzyć wpływ poszczególnych GC na tworzenie efektu cieplarnianego, zostały dla każdego z nich oszacowane współczynniki GWP (Global Warming Potential). Są one miarą tego, ile energii pochłonie emisja 1 kg gazu w danym okresie w stosunku do emisji 1 kg dwutlenku węgla (CO_2). Im większy GWP, tym silniejszy wpływ na efekt cieplarniany. Okres zwykle używany dla wyznaczania GWP wynosi 100 lat. Niezależnie od użytego okresu CO_2 , z definicji, ma współczynnik GWP równy 1. Lista zidentyfikowanych GC stale się wydłuża. Do gazów znajdujących się w atmosferze z przyczyn naturalnych – dwutlenku węgla, metanu (CH_4) i tlenu diazotu (N_2O) – dołączają gazy pochodzenia antropogenicznego, tzw. gazy przemysłowe: chlorofluorowęglowodory (CFC), wodorofluorowęglowodory (HFC), wodorochlorofluorowęglowodory (HCFC), perfluorowęglowodory (PFC) i sześćiofluorek siarki (SF_6). Zmiany średniego stężenia gazów cieplarnianych znajdujących się w atmosferze z przyczyn zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych zawiera tabela 1.1.

Tabela 1.1. Charakterystyka naturalnych i antropogenicznych źródeł dwutlenku węgla, metanu i tlenku diazotu

Gaz	GWP w okresie 100 lat	Zmiana średniego stężenia od początku epoki przemysłowej	Trwałość w atmosferze	Źródła
CO ₂	1	Wzrost o 47% z poziomu poniżej 300 ppm do 407,8±0,1 ppm	Tysiące lat	Naturalne: składnik gazów wulkanicznych i innych gazów podziemnych, element obiegu węgla w przyrodzie, produkt spalania i oddychania, rozpuszczony i związany w wodzie oraz w niektórych skałach Antropogeniczne: spalanie paliw kopalnych, pożary, efekt utleniania i fermentacji substancji organicznych, np. w gorzelniach, wytwórniach win, silosach zbożowych, browarach, biogazowniach
CH ₄	27–30	Wzrost o 159% z poziomu 1650 ppb do 1874,7 ppb (najwyższy poziom 1900,49 ppb odnotowano w 2018 r.)	Ok. 10 lat	Naturalne: wody śródlądowe, oceany, termity, dzikie zwierzęta, wieloletnia zmarzlina, źródła geologiczne, beztlenowy rozkład szczątków roślinnych (np. na bagnach), w wyniku którego tworzy się tzw. gaz błotny, główny składnik gazu kopalnianego i gazu ziemnego (zwykle ≥90%) Antropogeniczne: uwalnianie podczas wydobycia paliw kopalnych, wyciek z instalacji przetwarzania i transportu gazu ziemnego, spalanie biomasy jako efekt niecałkowitego spalania materii organicznej (zarówno roślinności w czasie pożarów, jak i używanych przez człowieka biopaliw, np. drewna), ze źródeł mikrobiologicznych jako efekt beztlenowego rozkładu materii organicznej przez mikroorganizmy w składowiskach odpadów, sztucznych i regulowanych zbiornikach wodnych, zbiornikach nieczystości, na polach ryżowych, w przewodach pokarmowych zwierząt hodowlanych
N ₂ O	273	Wzrost o 23% z poziomu 270 ppb do 332 ppb	Ponad 100 lat	Naturalne: element obiegu azotu w przyrodzie – wynik aktywności występujących powszechnie w glebie i oceanie bakterii przetwarzających związki azotu Antropogeniczne: reakcje chemiczne związane z produkcją nawozów oraz niektórych tworzyw sztucznych, wykorzystywanie nawozów azotowych (modyfikujących procesy zachodzące w glebach), spalanie paliw kopalnych, biopaliw i biomasy, procesy oczyszczania ścieków komunalnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury: Budziszewska, Kardaś, Bohdanowicz (2021); World Meteorological Organization (2019).