

PIOTR SKUBAŁA

Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, e-mail: piotr.skubala@us.edu.pl; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9209-0167>

**GRANICE PLANETARNE JAKO FUNDAMENT EDUKACJI
O SYSTEMIE ZIEMI. PROPOZYCJA DLA POLSKIEJ SZKOŁY
PONADPODSTAWOWEJ**

Abstrakt: Współczesne kryzysy klimatyczne, ekologiczne i społeczne są ze sobą ściśle powiązane i wymagają systemowego spojrzenia na funkcjonowanie Ziemi. Koncepcja granic planetarnych, opracowana przez Johana Rockströma i współpracowników, stanowi jedno z najważniejszych narzędzi opisu stabilności systemu Ziemi i pozwala określać bezpieczną przestrzeń funkcjonowania ludzkości. Autor proponuje włączenie tej koncepcji do podstawy programowej szkół ponadpodstawowych jako elementu integrującego edukację klimatyczno-środowiskową. Przedstawiono model lekcji rozwijający myślenie systemowe oraz analizę współzależności między kryzysem klimatycznym i kryzysem bioróżnorodności. Granice planetarne mogą stanowić wspólną ramę interpretacyjną dla edukacji klimatyczno-środowiskowej, umożliwiającą rozumienie i analizę współczesnych problemów środowiskowych w perspektywie funkcjonowania całego systemu Ziemi.

Słowa kluczowe: granice planetarne, szkoła ponadpodstawowa, edukacja o systemie Ziemi, kryzys klimatyczny, kryzys bioróżnorodności

**PLANETARY BOUNDARIES AS A FOUNDATION FOR EARTH SYSTEM
EDUCATION: A PROPOSAL FOR POLISH UPPER SECONDARY SCHOOLS**

Abstract: Contemporary climate, ecological, and social crises are closely interconnected and require a systemic understanding of how the Earth functions. The concept of planetary boundaries, developed by Johan Rockström and colleagues, is one of the most important frameworks for describing the stability of the Earth system and identifying a safe operating space for humanity. The author proposes incorporating this concept into the curriculum of Polish upper secondary schools as an integrating framework for climate and environmental education. A lesson model is presented that fosters systems thinking and explores the interconnections between the climate crisis and the biodiversity crisis. Planetary boundaries can serve as a common educational paradigm, enabling students to interpret contemporary environmental challenges within a single coherent scientific framework.

Keywords: planetary boundaries, upper secondary school, Earth system education, climate crisis, biodiversity crisis

I. WSTĘP

W ostatnich dekadach świat nauki coraz częściej występuje nie tylko w roli obserwatora zachodzących zmian, lecz także strażnika ostrzegającego przed narastającym zagrożeniem dla stabilności systemu Ziemi. Nigdy wcześniej w historii tak liczne grono badaczy z różnych dziedzin nie formułowało tak jednoznacznych i alarmujących ocen dotyczących przyszłości ludzkości. Od pierwszego „Ostrzeżenia naukowców dla ludzkości” z 1992 roku, podpisanego przez około 1700 naukowców, w tym wielu laureatów Nagrody Nobla (World Scientists' Warning to Humanity, 1992), przez „Drugie ostrzeżenie dla ludzkości” z 2017 roku sygnowane przez ponad 15 tysięcy przedstawicieli świata nauki ze 184 krajów (Ripple i in., 2017), aż po kolejne apele dotyczące kryzysu klimatycznego (Ripple i in., 2019), utraty bioróżnorodności (Bradshaw i in., 2021). Przesłanie pozostaje niezmienne: obecny model rozwoju prowadzi do destabilizacji warunków podtrzymujących życie na Ziemi.

Wymowa tych ostrzeżeń staje się z roku na rok coraz bardziej dramatyczna. Naukowcy wskazują, że stoimy wobec nakładających się na siebie kryzysów klimatycznych, ekologicznych, społecznych i zdrowotnych, które wzajemnie się wzmacniają. Zmiana klimatu, utrata różnorodności biologicznej, degradacja ekosystemów, zanieczyszczenie środowiska, niedobory wody i żywności oraz rosnące nierówności społeczne nie są odrębnymi problemami, lecz elementami jednego globalnego kryzysu. W opublikowanym w 2024 roku na łamach PNAS Nexus artykule „Earth at Risk: An Urgent Call to End the Age of Destruction and Forge a Just and Sustainable Future” osiemnastu wybitnych badaczy stwierdza, że ludzkość wkroczyła w epokę „zbiegających się kryzysów”, napędzanych przez imperializm, kapitalizm wydobywczy i rosnącą presję na zasoby planety. Autorzy podkreślają, że przekraczamy materialne granice Ziemi, niszczymy kluczowe ekosystemy i uruchamiamy procesy mogące doprowadzić do nieodwracalnych zmian w systemach biofizycznych podtrzymujących cywilizację (Fletcher i in., 2024).

Jednocześnie w najważniejszych raportach i apelach naukowych odnajdujemy coś więcej niż diagnozę zagrożeń. Obok ostrzeżeń pojawia się coraz wyraźniejsza wizja koniecznej transformacji relacji człowieka z przyrodą. Coraz liczniejsza grupa badaczy wskazuje, że źródłem współczesnego kryzysu jest nie tylko nadmierna emisja gazów cieplarnianych czy eksploatacja zasobów, ale także dominujący sposób myślenia o naturze jako zbiorze dóbr przeznaczonych do wykorzystania. Dlatego obok działań technicznych i gospodarczych potrzebna jest głęboka zmiana kulturowa i etyczna.

Szczególnie wyraźnie wybrzmiewa to w najnowszym apelu autorów „Earth at Risk”, którzy stwierdzają, że „nadszedł najwyższy czas na zbudowanie nowej ery wzajemności z naturą” („it is past time to build a new era of reciprocity with nature”). Ich zdaniem przyszłość wymaga odejścia od relacji opartych na eksploatacji na rzecz relacji opartych na wzajemności, odpowiedzialności i partnerstwie z żywym światem. Inspiracji upatrują między innymi w wiedzy i praktykach ludów rdzennych, których podejście do przyrody opiera się na pokrewieństwie, trosce i wzajemnych zobowiązaniach między ludźmi a pozaludzkimi mieszkańcami Ziemi (Fletcher i in., 2024).

Być może właśnie w tym tkwi najważniejsze przesłanie współczesnej nauki. Naukowcy nie tylko ostrzegają przed katastrofą. Coraz częściej wskazują również kierunek wyjścia z kryzysu. Obok języka alarmu pojawia się język nadziei – wezwanie do budowy nowej cywilizacji opartej na sprawiedliwości ekologicznej, regeneracji ekosystemów, poszanowaniu granic planetarnych oraz odbudowie więzi człowieka z przyrodą. W świecie pełnym niepokojących prognoz jest to zarazem apel o odwagę wyobrażenia sobie przyszłości, w której dobrostan ludzi i dobrostan Ziemi nie stoją wobec siebie w sprzeczności, lecz wzajemnie się warunkują.

Celem badań była ocena wartości koncepcji granic planetarnych (*planetary boundaries*) jako potencjalnego elementu podstawy programowej polskiej szkoły ponadpodstawowej oraz opracowanie propozycji treści i założeń dydaktycznych lekcji wprowadzającej uczniów w problematykę funkcjonowania systemu Ziemi w warunkach antropogenicznych zmian środowiskowych.

II. METODYKA

Przedstawiona propozycja ma charakter aplikacyjno-koncepcyjny i opiera się na analizie aktualnych kierunków rozwoju edukacji klimatyczno-środowiskowej w Polsce oraz na identyfikacji luk programowych związanych z nauczaniem o funkcjonowaniu systemu Ziemi. Punktem wyjścia była analiza zmian wprowadzonych do edukacji podstawowej w ramach wdrażania modułu klimatycznego², a także analiza podstawy programowej kształcenia ogólnego szkół ponadpodstawowych obowiązującej w roku szkolnym 2025/2026³ oraz przegląd najnowszej literatury naukowej dotyczącej koncepcji granic planetarnych jako jednego z najważniejszych współczesnych modeli opisujących stan systemu Ziemi (Rockström i in., 2009; Steffen i in., 2015; Richardson i in., 2023).

Badanie miało charakter jakościowy i obejmowało analizę dokumentów programowych, materiałów opracowanych przez Ministerstwo Edukacji Narodowej, rezultatów prac Zespołu ds. Edukacji Klimatycznej MEN oraz doświadczeń wynikających z wdrażania edukacji klimatyczno-środowiskowej w szkołach podstawowych. Istotnym źródłem danych były także doświadczenia praktyczne wynikające z realizacji programów edukacji klimatyczno-środowiskowej w szkołach podstawowych województwa śląskiego, w szczególności projektu „Klimatyczne Katowice”⁴ oraz Akademii Edukacji Klimatyczno-Środowiskowej dla Nauczycieli⁵ (AEKŚN), obejmujących współpracę z nauczycielami, dyrektorami szkół i uczniami. Doświadczenia te pozwoliły zidentyfikować potrzeby edukacyjne oraz bariery związane z wprowadzaniem zagadnień dotyczących funkcjonowania systemu Ziemi do praktyki szkolnej. Przyjęta metodyka zakłada, że edukacja klimatyczno-środowiskowa powinna wykraczać poza przekazywanie wiedzy o pojedynczych zagrożeniach. Kluczowym celem staje się rozwijanie kompetencji pozwalających rozumieć funkcjonowanie Ziemi jako złożonego systemu społeczno-ekologicznego.

III. WYNIKI I DYSKUSJA

Kontekst zmian w edukacji podstawowej

Od roku szkolnego 2026/2027 w polskiej szkole podstawowej rozpoczyna się wdrażanie międzyprzedmiotowego modułu klimatycznego. Jego założeniem jest odejście od traktowania zagadnień klimatycznych jako treści przypisanych wyłącznie pojedynczym przedmiotom i włączenie ich do szerszego kontekstu funkcjonowania środowiska przyrodniczego, zdrowia człowieka oraz procesów społeczno-gospodarczych.

² Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 11 marca 2026 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym. *Dz.U.* [2026], poz. 378. [dokument elektr. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20260000378>, data wejścia 17.06.2026].

³ Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia. [dokument elektr. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20240001019>, data wejścia 17.06.2026].

⁴ Miejski Program Edukacji Klimatycznej „Klimatyczne Katowice”; <https://www.katowice.eu/dla-mieszka%C5%84ca/edukacja/miejskie-programy-autorskie/klimatyczne-katowice>. [data wejścia 17.06.2026].

⁵ Akademia Edukacji Klimatyczno-Środowiskowej dla Nauczycieli; <https://szkoladlaklimatu.pl/>. [data wejścia 17.06.2026].

Moduł klimatyczny został wprowadzony do siedmiu przedmiotów szkolnych: przyrody, geografii, biologii, chemii, fizyki, zajęć praktyczno-technicznych i edukacji zdrowotnej. Dodatkowo treści dotyczące kryzysu klimatycznego, utraty bioróżnorodności, transformacji energetycznej, zrównoważonej konsumpcji i odpowiedzialności środowiskowej pojawiają się w różnym zakresie również na innych przedmiotach, m.in. języka polskiego, edukacji obywatelskiej, historii czy edukacji dla bezpieczeństwa. Tym samym edukacja klimatyczno-środowiskowa staje się stopniowo jednym z elementów edukacji międzyprzedmiotowej, integrującej wiedzę przyrodniczą, społeczną i humanistyczną (Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 11 marca 2026 r.).

Wprowadzone zmiany stanowią istotny krok w kierunku budowania kompetencji pozwalających uczniom rozumieć współczesne wyzwania środowiskowe. Analiza podstaw programowych wskazuje jednak, że nadal brakuje nadrzędnej koncepcji integrującej różnorodne zagadnienia środowiskowe w jeden spójny model funkcjonowania systemu Ziemi.

Reforma szkoły ponadpodstawowej jako przestrzeń dla edukacji o systemie Ziemi

Równoległe do wdrażania modułu klimatycznego w szkołach podstawowych prowadzone są prace nad reformą podstaw programowych dla szkół ponadpodstawowych. W ramach działań Ministerstwa Edukacji Narodowej funkcjonują zespoły eksperckie przygotowujące nowe rozwiązania programowe dla liceów ogólnokształcących, techników i szkół branżowych.

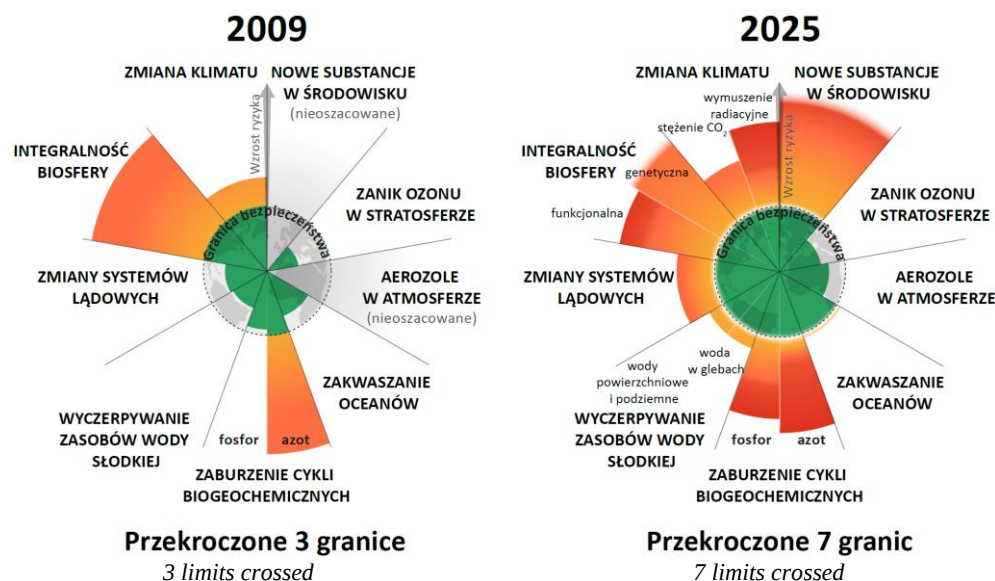
Reforma ta stwarza wyjątkową możliwość wprowadzenia do edukacji średniej współczesnych koncepcji naukowych pozwalających zrozumieć funkcjonowanie systemu Ziemi w warunkach antropogenicznych zmian środowiskowych. Dotychczas edukacja szkolna koncentrowała się przede wszystkim na analizie pojedynczych problemów, takich jak zmiana klimatu, zanieczyszczenie środowiska czy ochrona przyrody. Tymczasem współczesna nauka coraz częściej podkreśla konieczność systemowego spojrzenia na współzależności między klimatem, biosferą, hydrosferą, glebami, oceanami i działalnością człowieka.

Koncepcja granic planetarnych jako fundament proponowanego modelu edukacyjnego

W odpowiedzi na tę potrzebę proponuje się włączenie do podstawy programowej szkół ponadpodstawowych koncepcji granic planetarnych opracowanej przez zespół Johana Rockströma i Willa Steffena jako narzędzie służące określeniu „bezpiecznej przestrzeni operacyjnej dla ludzkości” (*safe operating space for humanity*) w obrębie systemu Ziemi. Koncepcja ta należy obecnie do najważniejszych osiągnięć nauk o systemie Ziemi. Jej celem jest identyfikacja procesów biofizycznych regulujących stabilność planety oraz wyznaczenie progów, których przekroczenie może prowadzić do gwałtownych, nieliniowych i potencjalnie nieodwracalnych zmian środowiskowych. Autorzy wyróżnili dziewięć granic planetarnych (rys. 1) związanych m.in. ze zmianą klimatu, integralnością biosfery, użytkowaniem gruntów, obiegiem azotu i fosforu, wykorzystaniem zasobów słodkiej wody, zakwaszeniem oceanów czy zanieczyszczeniami chemicznymi. Koncepcja opiera się na założeniu, że względnie stabilne warunki holocenu umożliwiły rozwój cywilizacji ludzkiej, a utrzymanie funkcjonowania Ziemi w stanie zbliżonym do holocenu powinno stanowić podstawowy cel działań społecznych i gospodarczych (Rockström i in., 2009; Steffen i in., 2015).

Koncepcja granic planetarnych stanowi próbę przezwyciężenia fragmentarycznego podejścia do problemów środowiskowych, które często analizowane są oddzielnie jako kryzys klimatyczny, utrata bioróżnorodności czy zanieczyszczenie środowiska. W ujęciu systemowym wszystkie te procesy pozostają ze sobą powiązane i wspólnie wpływają na stabilność systemu Ziemi. Granice planetarne wyznaczają zatem naukowo uzasadnione

ramy oceny wpływu działalności człowieka na procesy podtrzymujące życie oraz umożliwiają monitorowanie stopnia oddalenia od bezpiecznej przestrzeni funkcjonowania ludzkości (Steffen i in., 2015; Richardson i in., 2023).



Rys. 1. Granice planetarne Rockströma i stan ich przekroczenia w 2009 oraz 2025 r. [za Popkiewicz 2026]

Fig. 1. Planetary boundaries according to Rockström and the extent to which they were exceeded in 2009 and 2025 [after Popkiewicz 2026]

Najnowsza aktualizacja modelu wskazuje, że sytuacja systemu Ziemi ulega systematycznemu pogorszeniu. W 2009 roku przekroczone były trzy granice planetarne, w 2015 roku cztery, natomiast analiza opublikowana przez Richardsona i współpracowników wykazała, że już sześć z dziewięciu granic znajduje się poza bezpieczną przestrzenią operacyjną dla ludzkości. Dodatkowo badania Findlay i współpracowników (2025) wykazały przekroczenie granicy związanej z zakwaszeniem oceanów, co oznacza, że obecnie naruszonych zostało siedem z dziewięciu procesów regulujących stabilność planety. Wyniki te wskazują, że ludzkość funkcjonuje obecnie poza bezpiecznymi warunkami, które umożliwiły rozwój cywilizacji w okresie holocenu, a koncepcja granic planetarnych staje się jednym z najważniejszych współczesnych narzędzi diagnozowania globalnego kryzysu środowiskowego (Richardson i in., 2023; Findlay i in., 2025).

Proponowany model lekcji dotyczącej granic planetarnych

Koncepcja granic planetarnych ma charakter interdyscyplinarny, dlatego może zostać włączona zarówno do nauczania geografii, jak i biologii w szkołach ponadpodstawowych. W przypadku geografii stanowi narzędzie do analizy funkcjonowania systemu Ziemi oraz globalnych współzależności między środowiskiem a działalnością człowieka. W biologii pozwala natomiast integrować zagadnienia związane z funkcjonowaniem biosfery, utratą bioróżnorodności, obiegami biogeochemicznymi oraz odpornością ekosystemów na presję

antropogeniczną. Proponowany model lekcji opiera się na rozwijaniu myślenia systemowego i wykorzystuje aktualne wyniki badań nauk o systemie Ziemi.

Etap 1. Wprowadzenie problemowe

Lekcja rozpoczyna się od analizy wybranych współczesnych kryzysów środowiskowych, takich jak zmiana klimatu, utrata bioróżnorodności, degradacja gleb, deficyt zasobów słodkiej wody, zanieczyszczenia chemiczne czy zakwaszenie oceanów. Uczniowie pracują na przykładach aktualnych wydarzeń, materiałach prasowych, fotografiach lub krótkich materiałach filmowych. Celem tego etapu jest uświadomienie skali zachodzących zmian oraz postawienie pytania, czy wymienione problemy są odrębnymi zjawiskami, czy też przejawami głębszego kryzysu funkcjonowania systemu Ziemi. Punktem wyjścia może być informacja, że według najnowszych ocen naukowych ludzkość przekroczyła już siedem z dziewięciu granic planetarnych.

Etap 2. Myślenie systemowe

W drugim etapie uczniowie identyfikują związki pomiędzy analizowanymi problemami. Pracując w grupach, tworzą mapę zależności ukazującą powiązania między zmianą klimatu, utratą bioróżnorodności, użytkowaniem gruntów, gospodarką wodną, produkcją żywności i zanieczyszczeniami środowiska. Zadaniem nauczyciela jest pokazanie, że problemy środowiskowe nie funkcjonują niezależnie od siebie, lecz tworzą sieć wzajemnych oddziaływań i sprzężeń zwrotnych. Uczniowie dochodzą do wniosku, że dla zrozumienia współczesnych wyzwań niezbędne jest spojrzenie na Ziemię jako na jeden złożony system społeczno-ekologiczny. Takie podejście stanowi podstawę współczesnych nauk o systemie Ziemi i leży u podstaw koncepcji granic planetarnych.

Etap 3. Prezentacja koncepcji granic planetarnych

Dopiero po zidentyfikowaniu współzależności nauczyciel przedstawia koncepcję granic planetarnych opracowaną przez Rockströma i współpracowników. Omawia ideę „bezpiecznej przestrzeni operacyjnej dla ludzkości” oraz dziewięć procesów regulujących stabilność systemu Ziemi: zmianę klimatu, integralność biosfery, zmiany użytkowania gruntów, obieg azotu i fosforu, wykorzystanie wody słodkiej, zakwaszenie oceanów, zubożenie warstwy ozonowej, aerozole atmosferyczne oraz nowe substancje (zanieczyszczenia chemiczne). Szczególną uwagę warto zwrócić na dwie granice uznawane za kluczowe dla funkcjonowania systemu Ziemi: zmianę klimatu i integralność biosfery.

Etap 4. Analiza danych naukowych

W kolejnym etapie uczniowie pracują z autentycznymi materiałami naukowymi i popularnonaukowymi. Analizują diagram granic planetarnych, dane dotyczące koncentracji CO₂ w atmosferze, zmian użytkowania gruntów, tempa wymierania gatunków, zaburzeń obiegu azotu i fosforu czy zakwaszenia oceanów. Szczególnie wartościowa jest analiza najnowszych wyników badań wskazujących, że system Ziemi znajduje się obecnie poza bezpieczną przestrzenią operacyjną, a liczba przekroczonych granic wzrosła z trzech w 2009 roku do siedmiu w 2025 roku (rys. 1).

Etap 5. Refleksja i działania naprawcze

Ostatni etap poświęcony jest refleksji nad możliwościami ograniczania presji człowieka na system Ziemi. Uczniowie dyskutują, jakie działania indywidualne, społeczne, gospodarcze i polityczne mogą przyczynić się do powrotu do bezpiecznej przestrzeni funkcjonowania ludzkości. Rozważane są m.in. transformacja energetyczna, ochrona i odbudowa ekosystemów, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zrównoważone rolnictwo, racjonalne

gospodarowanie zasobami oraz redukcja zanieczyszczeń chemicznych. Celem tego etapu nie jest wyłącznie przekazanie wiedzy o zagrożeniach, lecz rozwijanie sprawczości i odpowiedzialności za przyszłość systemu Ziemi. W ten sposób koncepcja granic planetarnych staje się nie tylko narzędziem diagnozowania kryzysu środowiskowego, ale również punktem wyjścia do dyskusji o możliwościach budowania zrównoważonej przyszłości.

IV. PODSUMOWANIE

Model granic planetarnych posiada szczególną wartość edukacyjną, ponieważ:

- integruje wiedzę z biologii, geografii, chemii, fizyki i nauk społecznych;
- pozwala wyjaśniać związki między kryzysem klimatycznym i kryzysem bioróżnorodności;
- rozwija myślenie systemowe;
- umożliwia analizę współzależności między środowiskiem, gospodarką i społeczeństwem;
- tworzy wspólne ramy interpretacyjne dla większości współczesnych problemów środowiskowych.

Przedstawiona propozycja lekcji ma charakter wprowadzający i może stanowić punkt wyjścia do dalszej pracy dydaktycznej. Ze względu na złożoność zagadnień związanych z funkcjonowaniem systemu Ziemi, zmianą klimatu i kryzysem bioróżnorodności pełna realizacja wszystkich proponowanych aktywności może wymagać więcej niż jednej godziny lekcyjnej. Może to jednak stanowić zachętę do planowania cyklu zajęć rozwijających myślenie systemowe oraz pogłębiających rozumienie współczesnych wyzwań środowiskowych.

Włączenie koncepcji granic planetarnych do podstawy programowej szkół ponadpodstawowych mogłoby pełnić rolę integrującej ramy interpretacyjnej, analogicznego do roli teorii ewolucji w biologii czy teorii atomowej w chemii. Dzięki temu uczniowie uzyskaliby narzędzie umożliwiające interpretację współczesnych kryzysów środowiskowych w ramach jednego spójnego modelu naukowego oraz lepsze przygotowanie do funkcjonowania w świecie epoki antropocenu.

BIBLIOGRAFIA

- Akademia Edukacji Klimatyczno-Środowiskowej dla Nauczycieli;
<https://szkoladlaklimatu.pl/>
- Bradshaw C.J.A., Ehrlich P.R., Beattie A., Ceballos G., Crist E. et al. (2021). Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future. *Frontiers in Conservation Science*. 1: 615419. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2020.615419>
- Findlay H.S., Feely R.A., Jiang L.-Q., Pelletier G.Z., Bednaršek N. (2025). Ocean Acidification: Another Planetary Boundary Crossed. *Global Change Biology*. 31. e70238.
- Fletcher C., Ripple W.J., Newsome T., Barnard P., Beamer K. et al. (2024). Earth at risk: An urgent call to end the age of destruction and forge a just and sustainable future. *PNAS Nexus*. 3(4): pgae106. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae106>
- Miejski Program Edukacji Klimatycznej „Klimatyczne Katowice”; <https://www.katowice.eu/dla-mieszka%C5%84ca/edukacja/miejskie-programy-autorskie/klimatyczne-katowice>
- Popkiewicz M. (2026). Materiały autorskie. Udostępnione za zgodą autora.
- Richardson K., Steffen W., Lucht W., Bendtsen J., Cornell S.E. et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*. 9(37): eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>

- Ripple W.J., Wolf Ch., Galetti M., Newsome T.M., Alamgir M. et al. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*. 67(12): 1026–1028. <https://doi.org/10.1093/BIOSCI/BIX125>
- Ripple W.J., Wolf Ch., Newsome T.M., Barnard P., Moomaw W.R. (2019). World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *BioScience*. biz088. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F.S. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*. 461: 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 11 marca 2026 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym. Dz.U. 2026 poz. 378. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20260000378>
- Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20240001019>
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I. et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 347(6223): 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- World Scientists' Warning to Humanity. (1992). <https://www.ucsusa.org/resources/1992-world-scientists-warning-humanity>