Zrównoważony rozwój

koncepcja
perspektywy
wyzwania

redakcja naukowa
Agata Dziewulska
Ewa Krogulec

WUW

Zrównoważony rozwój

koncepcja
perspektywy
wyzwania

PLATFORMA ZIELONEGO DIALOGU

Pod auspicjami Platformy Zielonego Dialogu UW ukazały się następujące publikacje

Ewa Krogulec, Agata Dziewulska (red.)
Susza – zjawisko, konteksty, ramy prawne

Agata Dziewulska, Ewa Krogulec (red.)
Bezpieczeństwo energetyczne Polski – uwarunkowania, zasoby, perspektywy

Zrównoważony rozwój

koncepcja
perspektywy
wyzwania

redakcja naukowa
Agata Dziewulska
Ewa Krogulec

WUW

Recenzenci
Leszek Jasiński
Zbigniew Kundzewicz

Redaktor prowadzący
Małgorzata Yamazaki

Redakcja
Grażyna Polkowska-Nowak

Redakcja techniczna
Maryla Broda

Korekta
Grażyna Ćwietkow-Góralna

Projekt okładki i stron tytułowych
Anna Gogolewska

Ilustracja na okładce
Alina Turchik/Shutterstock

Skład i łamanie
INK GRAF S.C. Sławomir Łąkocy i Łukasz Łąkocy

Publikacja dofinansowana przez Uniwersytet Warszawski w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza



Publikacja dofinansowana przez KGHM



© Copyright by Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2025

Agata Dziewulska, ORCID 0000-0002-0977-4753, Uniwersytet Warszawski
Ewa Krogulec, ORCID 0000-0002-2230-0720, Uniwersytet Warszawski

ISBN 978-83-235-6799-8 (druk)
ISBN 978-83-235-6800-1 (pdf online)
ISBN 978-83-235-6801-8 (e-pub)
ISBN 978-83-235-6731-8 (mobi)

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego
02-678 Warszawa, ul. Smyczkowa 5/7
e-mail: wuw@uw.edu.pl
księgarnia internetowa: www.wuw.pl

Wydanie 1, Warszawa 2025

Druk i oprawa
POZKAL



Spis treści

Wstęp
Szymon P. Malinowski 7

Projekt zrównoważonego rozwoju
Paweł Kozłowski 11

Zrównoważone rolnictwo: jak wyżywić ludzkość i nie zniszczyć Ziemi?
Marcin Zych 27

Zrównoważone gospodarowanie wodami w skali regionalnej i lokalnej
Ewa Krogulec, Dorota Porowska 43

Zmiany środowiskowo-klimatyczne: powietrze – człowiek
Dominika Szczepanik, Iwona S. Stachlewska 67

Zaawansowany monitoring środowiska – źródła i losy nowych zanieczyszczeń
Beata Krasnodębska-Ostręga 91

Koncepcja zrównoważonego rozwoju w prawie międzynarodowym, unijnym i polskim
Maria Magdalena Kenig-Witkowska 113

Sprawiedliwa transformacja i zrównoważony rozwój – Europejski Zielony Ład
Jakub Sokołowski 133

Bezpieczeństwo klimatyczne: między sekurytyzacją a zrównoważonym rozwojem
Agata Dziewulska 147

A co, jeśli zrównoważony rozwój nie działa? Krytyka zrównoważonego rozwoju i możliwe ścieżki naprzód
Jakub Rok 179

Noty o autorach 205

Szymon P. Malinowski
Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
ORCiD: 0000-0003-4987-7017



Wstęp

Zrównoważony rozwój – w dzisiejszych czasach ta fraza pojawia się, gdy myślimy o nadchodzących latach. To piękne hasło ma nam pomóc patrzeć z optymizmem w przyszłość, przekonując, że jako mieszkańcy, obywatele planety Ziemia potrafimy zarządzać nią tak, aby z jednej strony systematycznie poprawiać nasz ludzki byt, a z drugiej – zadbać o jego podstawy, które zapewnia nieożywiona i ożywiona przyroda naszej planety.

Na czym polega zrównoważony rozwój? Czy udaje nam się te piękne idee wprowadzać w życie? Jak w praktyce realizujemy cele zrównoważonego rozwoju, które zdefiniowaliśmy w ramach porozumień międzynarodowych?

Niniejszy, prawdziwie interdyscyplinarny tom zawiera wiele spojrzeń na różne aspekty koncepcji zrównoważonego rozwoju, perspektyw, doświadczeń, uwag – zebranych w esejach autorów wykładów, które w ramach cyklu „ABC zrównoważonego rozwoju" odbyły się na Uniwersytecie Warszawskim w roku akademickim 2023/2024. Nie jest to tom spójny w takim sensie, że daje jasne i pełne odpowiedzi na postawione wyżej pytania. Jego lektura tylko dotyka niektórych ważnych zagadnień, które w koncepcję zrównoważonego rozwoju można wpisać. Ale tom ten ma tę ogromną zaletę, że pokazuje, z jednej strony, jak nowatorską koncepcją w naszej historii jest zrównoważony rozwój, z drugiej zaś – jak wieloaspektowe jest to zagadnienie.

Nie chcę w tym krótkim wstępie omawiać drobiazgowo poszczególnych rozdziałów książki – esejów. Ale w każdym znalazłem jakąś niezwykle istotną cechę, nad którą warto się chwilę zastanowić.

Paweł Kozłowski w swoim eseju jasno rysuje różnicę między rozwojem a wzrostem, tak kluczową dla zrozumienia naszych perspektyw na ograniczonej przecież planecie. Pokazuje potrzebę bardziej humanistycznej i bardziej przyrodniczej ekonomii, wychodzącej poza dominujący w mediach i debacie politycznej dogmat wiecznego wzrostu PKB.

Przyrodniczy, ale jakże fundamentalny aspekt zrównoważonego rozwoju – kwestię wyżywienia, a raczej produkcji żywności, która nie podkopie swoich biologicznych podstaw – omawia Marcin Zych. Rolnictwo, najważniejszy wynalazek *Homo sapiens*, i nadwyżki żywności, które pozwoliły na to, by ludzie zajęli się czymś innym niż tylko codzienna walka o przetrwanie, to z jednej strony podstawa naszej cywilizacji, a z drugiej – działalność, która często przez brak zrównoważenia prowadziła na manowce. Śladem tego są omawiane w tekście dawne cywilizacje, które upadły, gdyż naruszyły równowagę ekologiczną i w efekcie zachwiały całymi społecznościami, z ich kulturami i gospodarkami.

Nie ma życia, żywności i cywilizacji bez wody, a raczej zrównoważonego „wpięcia się" społeczeństwa i gospodarki w cykl hydrologiczny. O tym mówi, w sposób bardzo precyzyjny na przykładzie Polski, tekst Ewy Krogulec i Doroty Porowskiej. W tym „wpięciu się" chodzi nie tylko o przepływy, ilość i dostępność wody, ale o jej jakość. Podobnie jak i o jakość powietrza, o czym przekonują nas Dominika Szczepanik i Iwona S. Stachlewska.

Woda, powietrze, ziemia – jakość środowiska – zmieniają się wskutek naszej działalności społecznej i gospodarczej. Beata Krasnodębska-Ostręga, rozszerzając informacje o programach obserwacji jakości powietrza i wody, przybliża nam wiedzę o tym, jak działalność cywilizacyjna odciska swoje piętno na świecie, także w tych aspektach mikro, których nie widać wprost. Chcąc działać w sposób zrównoważony, musimy monitorować skutki emisji różnego rodzaju substancji, które nigdy w naturalnym środowisku nie istniały.

Jak sprawić, aby nasz rozwój cywilizacyjny nie zaburzał ponad miarę (tolerancję środowiska) naturalnych obiegów wody, powietrza, substancji, aby był zrównoważony? Powinny nam w tym pomóc rozwiązania prawne, od prawa międzynarodowego, poprzez prawo Unii Europejskiej, po nasze prawo krajowe. Praktyki prawne w tym zakresie omawia Maria Magdalena Koenig-Witkowska. Z jednej strony zwraca uwagę na fakt, że koncepcja zrównoważonego rozwoju wciąż pozostaje na etapie identyfikowania jej standardów prawnych, z drugiej – omawia niektóre zasady i cechy przyjmowanych rozwiązań. Widać, że nasze wysiłki, aby zbudować skuteczny

system prawny organizujący działania ludzkiej społeczności w sposób zapewniający zrównoważony rozwój, są cały czas dalekie od ideału. W efekcie, jak możemy przeczytać w ostatnim raporcie IPCC: „Aktualnie realizowane wzorce niezrównoważonego rozwoju powiększają stopień narażenia ekosystemów i ludzi na niebezpieczeństwa związane z klimatem (wysoki poziom pewności)", a grupa naukowców alarmuje o niebezpiecznych czasach na naszej planecie (Ripple i in., 2024).

Antropogeniczna zmiana klimatu i postępująca utrata bioróżnorodności są jawnymi dowodami na to, że praktyka rozwoju cywilizacyjnego jest daleka od zrównoważonego ideału. Konieczna jest więc głęboka transformacja praktyk społecznych i ekonomicznych. Jak dokonać takiej transformacji w sposób sprawiedliwy? Jak Unia Europejska chce to zrobić, wprowadzając Zielony Ład? O tym pisze Jakub Sokołowski.

Jak zapewnić nam, w świecie coraz szybszej zmiany systemu planetarnego, elementarne bezpieczeństwo? Co zmienić? Czy w ogóle koncepcja zrównoważonego rozwoju w formie, w jakiej staramy się ją wdrożyć, ma sens i czy może przynieść oczekiwane owoce? To tematy dwóch ostatnich esejów w tej książce, autorstwa Agaty Dziewulskiej i Jakuba Roka.

Na koniec lektury zostajemy z pytaniami: skoro tyle wiemy o zrównoważonym rozwoju, monitorujemy nawet w drobnych szczegółach niepokojące zmiany, jakie zachodzą wokół nas wskutek niepohamowanego i żywiołowego rozwoju cywilizacyjnego, czemu tak trudno tę koncepcję – zapewniającą nam spokojną i dostatnią przyszłość – wprowadzić w życie? Czy koncepcja zrównoważonego rozwoju to tylko marzenie niemożliwe do zrealizowania? Czy nie nadeszła pora, aby ją porzucić, zahamować rozwój, czy rozwijając się żywiołowo, podjąć ryzyko, że może zakończyć się kolapsem? Jak *Homo sapiens* ma się zorganizować w naszej ograniczonej przestrzeni na statku kosmicznym Ziemia, aby podróż nie zakończyła się katastrofą?

Na te pytania nie znajdujemy na razie odpowiedzi. Może lektura tej książki pomoże nam wszystkim się do nich przybliżyć…

Bibliografia

Ripple W.J., Wolf Ch., Gregg J.W., Rockström J., Mann M.E., Oreskes N., … Crowther T.W., 2024. *The 2024 state of the climate report: Perilous times on planet Earth*, „BioScience", vol. 74(12), s. 812–824, https://doi.org/10.1093/biosci/biae087.

Paweł Kozłowski
Uniwersytet Warszawski, Centrum Europejskie
ORCiD: 0000-0002-0285-0450



Projekt zrównoważonego rozwoju

I.

Świat ma drogowskazy. Postawili je ludzie i w wyznaczonych przez nie kierunkach zdążają. Ruchami swoich umysłów i aktywnością fizyczną, realizowaną zbiorowo, w postaci narodów i cywilizacji. W konsekwencji – jako gatunek. Jeden drogowskaz jest większy, drugi mniejszy, ale rozmiar nie oznacza rangi. Być może ten mniejszy jest ważniejszy. Wymaga przestawienia kursu, zmiany myśli i rewizji działań. Także oczekiwań i ocen, czyli tkanki życia.

Pierwszy drogowskaz, wyznaczający kierunek biegu myśli i ruchu ciał fizycznych, postawili nasi przodkowie w XVIII w. Poszczególne części można było zauważyć już wcześniej, ale Oświecenie zbudowało jego wielkość. Wskazywał on postęp. Pomińmy kluczową dla niego wiarę w postęp umysłowy, w opuszczenie, jak określił Immanuel Kant, przez ludzkość stanu dziecinności. Zostawmy także z boku przekonanie o postępie moralnym, uzasadniane na ogół etyką intelektualistyczną. Skoncentrujmy się na postępie materialnych warunków życia. Georg Wilhelm Friedrich Hegel i Karol Marks mówili o uwalnianiu się od władzy sił przyrody, inni – od głodu i paraliżującego zimna oraz o zaprzestaniu egzystencji skupionej na walce o przetrwanie. Kluczowa stawała się gospodarka. Obejmująca wszystkich i – nie jak w feudalizmie – nienastawiona na samoodtwarzanie, ale na postęp właśnie. W ekonomii, a więc dyscyplinie wyodrębniającej się spośród ogólnej filozoficznej refleksji nad społeczeństwem, ów postęp oznaczał zwiększanie produkcji rolnictwa. I szybki rozwój przemysłu, który właśnie powstawał. A także rosnące tempo wydobywania surowców i wytwarzania energii.

Postępowi gospodarczemu, odejściu od struktur feudalnych i ekspansji kapitalizmu towarzyszyło niewolnictwo. Podwójne. Zniewalano ludzi, głównie z innych cywilizacji. Zwano ich dzikimi barbarzyńcami i sytuowano na niższym szczeblu ewolucji. Gatunek ludzki reprezentowali (oczywiście samozwańczo) biały gentleman i mający taki sam kolor ciała monsieur. Holendrzy, Niemcy i inni mieszkańcy Europy Zachodniej i Środkowej też do tych „wyższych" należeli. Zniewalano również Ziemię i starano się całą uczynić sobie poddaną. Uznawano, że jej zasoby są bezgraniczne, istnienie wieczne, a opór jest i będzie coraz mniejszy. Nosiciele postępu pełnili świecką misję. Nierzadko realizowali ją z dużym poświęceniem.

Myśl ekonomiczna została wówczas nastawiona na szukanie czynników wzrostu, bo jego maksymalizacja była manifestacją cywilizacyjnej ekspansji. I właśnie postępu. Wskaźnik wzrostu został określony znacznie później – w związku z uczestnictwem USA w II wojnie światowej. To Produkt Krajowy Brutto. Koncepcję PKB opracował i przedstawił publiczności – nie tylko ekonomicznej – Simon Kuznets. Ten amerykański (rosyjskiego pochodzenia) uczony od razu podkreślał jej ograniczone i zwodnicze właściwości. PKB początkowo miał być jedynie pomocnym narzędziem władzy państwowej w ocenie stopnia możliwego zaangażowania USA w wojnę. Ułatwiał ustalenie gospodarczych granic wysiłku militarnego. Wkrótce stał się miarą uniwersalną, stosowaną powszechnie do dzisiaj (Coyle, 2018). Wielkość PKB, a zwłaszcza jego dynamika, jest – tak przyjęto – najlepszym wskaźnikiem oceny skuteczności władzy państwowej. Jej sprawności we wszelkich dziedzinach. Ugruntowało się przeświadczenie, że wzrost PKB pozwala na więcej. Świadczy o przewadze systemu, jest powodem do dumy, dowodzi kompetencji rządzących i pokazuje, że wyborcy trafnie zdecydowali. A jeśli elekcja odbywa się bez udziału obywateli, to dobrze świadczy o całej klasie politycznej. „Obiektywnie" pokazuje, że państwem rzeczywiście kieruje grupa najlepszych. Elita składająca się z prawdziwych wybrańców. Ludzie mają coraz więcej pieniędzy i rzeczy, a zatem ich życie z roku na rok staje się coraz lepsze.

W tej perspektywie kluczowym pojęciem formującym umysł i świat jest **wzrost**. Zatem dynamika i ciągłe zdążanie do góry. Najważniejszym obrazem staje się wykres, w którym na jednej ze współrzędnych umieszczono upływ czasu, a na drugiej – zwiększanie się PKB. Równowaga bywa uwzględniana, ale tylko wewnątrz gospodarki i określana parametrami ekonomicznymi. Równowaga budżetowa stanowi istotny wymóg gospodarczej harmonii, choć nigdy w praktyce nie traktowano jej jako świętości.

Jest przecież częścią sfery *profanum*, a nie *sacrum*, podobnie jak całe współczesne społeczeństwo. Wszystko zostało podporządkowane wzrostowi, a równowaga ekonomiczna traktuje gospodarkę jako system wydzielony i zarazem decydujący o całej reszcie życia społecznego. Szeroka perspektywa biologiczna, ekologiczna czy gatunkowa w tym paradygmacie nie istnieje. Nie dostrzega się, a więc i nie uwzględnia równowagi (lub jej braku) między społeczeństwem a gospodarką, jednostką a zbiorowością, teraźniejszością a przyszłością, regionami biednymi a bogatymi itd.

Wiara w ciągły wzrost nie objęła jednak wszystkich. Niewiernych przybywa, za przełomowy można zaś uznać rok 1972, w którym ukazała się książka *The Limits of Growth* (Meadows, Randers i Behreus, 1973). Członkowie Klubu Rzymskiego, międzynarodowego stowarzyszenia, które firmowało ten raport, nie byli jedyną grupą refleksyjnych intelektualistów, którzy kwestionowali paradygmat skoncentrowany jedynie na wzroście, ale książka ta jako pierwsza zyskała duży, międzynarodowy rozgłos. Także w Polsce, gdzie staraniem Adama Schaffa i kilku innych profesorów utworzono oddział Klubu Rzymskiego. Ludzie tak myślący i mówiący podkreślali nie tylko to, że wzrost nie jest sposobem na rozwiązanie wszystkich problemów i nie ma wyłącznie dobroczynnych skutków, ale i wskazywali, że pociąga za sobą znaczące koszty oraz – co było wówczas szczególnie bulwersujące – ma granice. Są one już widoczne. Dla ludzi z otwartymi oczami stają się coraz bliższe. Sama zaś, zauważył trzydzieści lat temu niemiecki filozof i futurolog: „idea postępu utraciła swą magnetyczną moc przyciągania [...]. Podstawowy błąd naszego myślenia i działania wynikał z przeoczenia tego, że w warunkach ograniczonych nie da się w sposób nieograniczony osiągnąć stałego postępu" (Gross, 2003, s. 52–61). Jeśli wzrost gospodarczy był niezbędny – jak milcząco lub *expressis verbis* uznawano – do wcielenia idei postępu w życie ludzkości, to rozbicie tego związku prowadziło do kwestionowania każdego z tworzących go członów. Tak, zdawałoby się, powinno być.

II.

Drugi drogowskaz zwraca na siebie mniejszą uwagę. Szczególnie tych, którzy szybko gdzieś zmierzają i mają do dyspozycji dużo materialnych środków. Są bogaci i są widoczni. Inni – przeciwnie, choć jest ich więcej, nie rzucają się w oczy. W każdym razie ten wskazywany kierunek oznacza

rozwój. Wzrost może być jego częścią, w krajach słabo rozwiniętych jest potrzebny, ale globalnie nie wynika z żadnej konieczności. Od końca ubiegłego wieku przestał być bezwarunkowo pożądany.

Rozwój zawiera w sobie kilka elementów. Ważne miejsce zajmuje w nim podział zgromadzonego i nowo tworzonego bogactwa. Owoce rozwoju są dla wszystkich, a ich dystrybucja dokonywana jest w imię norm społecznej sprawiedliwości. Zasadę tę sformułowali nie tylko filozofowie, lecz także przedstawiciele rodzącej się ekonomii, gdy ponad sto lat temu dostrzegli towarzyszącą wzrostowi polaryzację społeczną i odczuwali presję rosnących klas niższych, dążących do zmiany sytuacji. Reforma zasad podziału i powszechne uczestnictwo w dobrobycie były dla jednych prewencją przed nabrzmiewaniem rewolucji, dla innych – wymogiem moralnym, jak również postulatem zwiększenia efektywności makrospołecznej. Ewentualny postęp materialny byłby tego konsekwencją, a nie źródłem. John Stuart Mill mówił o „uznanej zasadzie sprawiedliwości" i o takim systemie, w którym ludzie pracowaliby „nie dla własnej korzyści, ale dla wspólnego dobra społeczeństwa" (Mill, 1946, s. 155). Natomiast Otto von Bismarck podkreślał, że państwo ma być „instytucją również dobroczynną" (Walicki, 2013, s. 367; zob. też Kowalik, 2005).

Drugi składnik rozwoju stanowi struktura gospodarki, a szerzej ujmując – struktura społeczeństwa, którą gospodarka w dużym stopniu kształtuje. Powinna to być gospodarka złożona z nowoczesnych gałęzi przemysłu i rozbudowanych usług. Podatna na innowacje, wymagająca i stymulująca edukację ludzi bezpośrednio zatrudnionych i pośrednio z nią związanych. Otwarta, pozbawiona skrajności kumulujących z jednej strony bogactwo, a z drugiej – ubóstwo. Bez zależności feudalnych i stanowiąca podstawę do indywidualnych wyborów drogi życiowej.

Trzecia cecha rozwoju to jego ciągłość i dynamiczna stabilność. Będąca przeciwieństwem konwulsyjnego zdążania od kryzysu do kryzysu i wiążąca się z odrzuceniem tezy (w rzeczywistości będącej racjonalizacją), że ma ona cechy oczyszczające, a wyjście z kolejnej zapaści prowadzi do osiągania coraz wyższego poziomu. Uznanie przekonania, że kontynuacja i stabilność tworzą fundament społecznego poczucia pewności – wartości, która w wielu regionach świata jest bardziej ceniona niż wolność. Ciągłość rozwoju pozwala na przewidywanie, a więc także planowanie swojego życia. Ogranicza obecność przypadku i zmniejsza deterministyczną siłę losu.

Czwartym składnikiem tworzącym rozwój są instytucje. Formalne i nieformalne, te od dawna zinternalizowane i te nowo tworzone (m.in. edukacyjne,

administracyjne i kulturalne). One wyznaczają bieg społecznych zdarzeń, zmniejszają amorficzność czasu. Obok ciągłości zapewniają stabilność społeczną, pozwalają realnie istniejącej ludzkiej zbiorowości na rozpoznawanie się w teraźniejszości, wiązanie z historią i określanie przyszłości. Uczestniczą w tworzeniu tożsamości.

Piątym elementem rozwoju są koszty, zawsze w całości wliczane do rachunku. Są wewnętrzne, bo rozwój obejmuje całość, a nie jakąś wydzieloną z niego część. Koszty szeroko związane z widocznymi już zmianami klimatu stały się od ponad stu lat szczególnie ważne.

Rozwój od stuleci budzi zainteresowanie myślicieli społecznych. W ekonomii wyodrębniono go wraz z powstaniem problematyki krajów Trzeciego Świata – byłych kolonii, które chciały wyjść z zacofania. Ze względu na rozległy obszar badań ekonomia rozwoju zbliżyła się do innych dyscyplin społecznych i została ponownie jedną z nich. Wraz z nimi ujawniła potrzebę istnienia jakiejś nauki syntetyzującej i zwróciła uwagę na korzyści dalej idącej integracji badań szczegółowych. Nadal jedno i drugie jest w większym stopniu postulatem niż rzeczywistością współczesnej nauki. Perspektywa ekonomii rozwoju miała zastosowanie, rzecz jasna, także dla Polski jako kraju ciągle mierzącego się z modernizacją. Nie przez przypadek wielu naszych naukowców tworzyło dorobek teorii i praktyki rozwoju, występując zarówno w roli akademickich badaczy, jak i międzynarodowych ekspertów i doradców w różnych krajach. Ponadlokalną rangę i uznanie zyskali m.in.: Czesław Bobrowski, Michał Kalecki, Oskar Lange, Ignacy Sachs, Zdzisław Sadowski. Do dzisiaj aktywny jest Ladislau Dowbor. Światowe grono ekonomistów rozwoju jest oczywiście znacznie liczniejsze.

W tak uprawianej ekonomii równowaga też się liczy, ale ma znacznie szerszy zakres. Dotyczy równowagi społecznej, a po uwzględnieniu wartości biologicznych i klimatycznych fundamentalna stała się równowaga globalna. Obejmująca nie tylko poszczególne społeczeństwa i nie jedynie poszczególne gospodarki, lecz gatunek ludzki i planetę jako taką.

Zrównoważony rozwój stanowi remedium na narastającą katastrofę klimatyczną. Sporne bywają przyczyny ocieplenia klimatu, ale nie budzą wątpliwości ustalenia, że ten proces niekorzystnie zmieniający Ziemię stymulują wytwory rąk i umysłów ludzkich. Miarą wzrostu jest wielkość PKB wyrażana jedną liczbą, która rośnie podwójnie. Najpierw, gdy w procesie wytwarzania eksploatuje się i w konsekwencji degraduje wodę, ziemię, atmosferę i całą biosferę. Następnie – gdy później te szkody są (z reguły nie

w pełni) naprawiane. Wskaźniki rozwoju mają charakter jakościowy i nie prowadzą do tego rodzaju paradoksów. Trudności związane z ich używaniem wynikają z czego innego – albo jest on jeden, albo niepełny, albo jest ich cała wiązka. Rozwój ma postać kwalitatywną i w końcu odwołuje się do jakości ludzkiego życia. Niekiedy utożsamiając go z życiem szczęśliwym. Przez dyscypliny łączące, w duchu naturalizmu, naukowość z kwantytatywnością, jego niemierzalna postać bywa lekceważona i traktowana jako ułomna. Inni, przywiązujący wagę do jego antropologicznego współczynnika, uważają rozwój za szczególnie cenny. Także wielość sposobów jego syntetycznego wyrażania.

III.

Wzrost wiąże się z dynamiką i pogonią za jej zwiększeniem. Jest przeciwieństwem stagnacji. Zdarza się też wzrost ujemny, czyli tracenie i ubywanie tego, co pozytywny wzrost ma zwiększać. Rozwój wiąże się z równowagą, i to wielu czynników, bo dużo ich w sobie zawiera. Wskażmy zatem główne, choć oczywiście niejedyne.

Należą do nich industrializacja i urbanizacja oraz duży, rozszerzający się na cały świat, przyrost demograficzny. To owoce XIX-wiecznej rewolucji przemysłowej zapoczątkowanej w Anglii. Jednymi z ich źródeł były masowe niewolnictwo i kolonializm, dzięki którym na Zachodzie zyskiwano tanią, posłuszną siłę roboczą i bezcenne surowce. Bezcenne w każdym tego słowa znaczeniu. Głoszony wówczas w zachodnim kręgu kulturowym postęp realizowały przede wszystkim dwa nowoczesne kraje-republiki: kolonialna Francja i niewolnicze Stany Zjednoczone.

Dla zachowania rozwoju fundamentalne od drugiej połowy XX w. stały się klimat i wartości ekologiczne. Rolę podmiotu odgrywa ludzkość. Nie społeczeństwa poszczególnych krajów i ich związków, ale cały gatunek ludzki. Zakres zaś jest wszechogarniający i ma zasięg globalny. Przyjęcie takiej uniwersalizującej perspektywy ma charakter rewolucyjny. W niej Ziemia przestaje być rezerwuarem zasobów, czym była dotychczas, i nie jest już zbiornikiem odpadów o nieograniczonej pojemności i niezawodnej zdolności do permanentnej restauracji. W teorii ekonomii unieważnieniu ulega kategoria kosztów zewnętrznych. Teraz każdy koszt powinien być wliczany do rachunku, bo każdy jest wewnętrzny, ziemski. Również w kalkulacjach powinien być oceniany przede wszystkim popyt, a nie miejsce produkcji.

To konsumpcja wpływa na zużycie naturalnych bogactw Ziemi, na zwiększenie produkcji rolnej i przemysłowej, usług transportowych, komunikacyjnych i innych, które napędzają popyt. Najbardziej niszczą dziś Ziemię Stany Zjednoczone, bo społeczeństwo amerykańskie jest w największym stopniu pod wpływem nieustannej presji konsumpcyjnej. Produkują inne kraje, ale kupują i zużywają te produkty mieszkańcy USA.

Zrównoważony rozwój, przyjmujący perspektywę ekologiczną, uwzględnia ograniczoną ilość zasobów planety (Raworth, 2021). Oznacza także rezygnację z dążenia za wszelką cenę do maksymalizacji PKB i pociąga za sobą odrzucenie tego wskaźnika jako uniwersalnego dowodu sukcesu.

Drugim kluczowym wyrazem braku równowagi we współczesnym świecie są wielkie nierówności społeczne, bardzo duże dysproporcje zarówno majątkowe, jak i dochodowe. One, zgodnie z przewidywaniami XIX-wiecznych myślicieli, rosną wraz z rozszerzaniem się nowego systemu. Coraz więcej osób ma wątpliwości, czy nazwa kapitalizm jest nadal trafna. Wszak powołaniem i motorem dającym dynamikę tej formacji miała być zmiana bogactwa w kapitał, a pracy w towar. Teraz największy przyrost majątków odbywa się z renty, z samego faktu, że jest się bogatym. A bogactwo nie zmienia się w kapitał, bo największe zyski płyną z operacji finansowych, a nie z rynkowych przedsięwzięć produkcyjnych. Pojawiają się zatem przy nazwie kapitalizmu przymiotniki ograniczające, jak np. kapitalizm rentierski (co, ściśle biorąc, jest paradoksem podobnym do kwadratury koła), kapitalizm spekulacyjny, kapitalizm finansjerski, postkapitalizm itp. Używane bywa określenie neofeudalizm, wskazujące, że rentyzm i malejące znaczenie przedsiębiorczości zbliżają obecny system do feudalizmu, jednocześnie oddalając od kapitalizmu, który miał być przeciwieństwem swego poprzednika. Wzbudzał swoją żywotnością też zachwyt Karola Marksa i Fryderyka Engelsa (Marks i Engels, wiele wydań).

Nierówności dochodowe i majątkowe istniały zawsze, ale wcześniej miały inną oprawę niż nadzwyczaj szybko postępujące zróżnicowanie w ostatnim półwieczu. Uzasadniano je ideologicznie i religijnie, długo uznawano za zasłużone (choć nie przez wszystkich). Współcześnie w takim nasileniu są nie do pogodzenia z merytokracją, a więc ze szczególną wiedzą, umiejętnościami, pracowitością i pożytkiem dla społeczeństwa tych najbogatszych. Badania dowodzą, że teraz nie mniej liczy się szczęście niż jakiekolwiek wartości merytokratyczne (Frank, 2018). Rośnie wśród współczesnych ludzi przeświadczenie, że obecne nierówności są wyrazem niesprawiedliwości. Są niczym niewytłumaczalnym brakiem równowagi.

Nierówności obejmują cały świat. Mają wymiar zarówno horyzontalny, jak i wertykalny. Duże obszary globu zamieszkują ludzie żyjący krótko i ubogo. Nie ze swojej winy. Ich położenie pogarsza rosnąca katastrofa klimatyczna, bo społeczeństwa państw najbiedniejszych są w strefie gorącej, gdzie katastrofa już uderza najmocniej (Mundy, 2022). Są to zarazem kraje, w których pamięć o podboju i zniewoleniu jest żywa, bo obejmuje pokolenia bezpośrednich przodków. Oni przyczynili się do dzisiejszego bogactwa Zachodu. Poczucie niesprawiedliwości jest wśród nich silne i obejmuje nie tylko sferę psychiki, ale i sferę działań. Rośnie presja migracyjna ludzi z Afryki i (części) Azji, krzewi się terroryzm niepogodzonych desperatów. Głośne stały się żądania realizacji sprawiedliwości kulturowej i zwrotu zagrabionych bogactw kultury, zdobiących teraz muzea Londynu, Paryża, Amsterdamu i innych zachodnich miast.

W wymiarze wertykalnym nierówności przecinają poszczególne społeczeństwa – przede wszystkim Europy i Ameryki. Bogactwo kumuluje się w ułamku jednego procenta całej populacji, a ogół ludności w małym stopniu korzysta z postępu materialnego odnotowywanego przez statystyki. Częściej nie korzysta wcale. Właśnie to, obok klimatu, jest jednym z głównych współcześnie przejawów nierealizowania idei zrównoważonego rozwoju (Piketty, 2015). Równie nienaturalnym jak rosnące tempo katastrofalnych zmian klimatu, bo będącym efektem dokonanego przez ludzi wyboru drogi zmian i budowy kapitałocenu[1]. W tej sytuacji: „zmniejszenie wzrastających nierówności ekonomicznych w sposób pokojowy [...] teoretycznie powinno być możliwe" (Woś, 2017, s. 38). Byłoby rezultatem porozumienia zainteresowanych i zawarcia odpowiedniej umowy społecznej. Ale, jak mówi Walter Scheidel, historyk gospodarki z Uniwersytetu Stanforda i autor książki *The Great Leveler*: „historia świata pokazuje, że tej umowy w zasadzie nie udało się zawrzeć dobrowolnie. Nigdy i nikomu" (Woś, 2017, s. 38). Zbliżano się do równowagi dramatycznymi środkami – w rezultacie wojen, rewolucji, pandemii oraz upadku państw i związków politycznych. Brak współpracy zastępowały katastrofy. Z tą współcześnie narastającą, czyli katastrofą klimatyczną, może być inaczej. Ona przywróci równowagę przyrodniczą na Ziemi, ale przedmiotem tej równowagi nie będzie życie ludzkie.

[1] Termin ten pierwszy raz został użyty w „rezultacie sprzeciwu wobec dotychczasowego przebiegu dyskusji nad stanem świata w 2009 roku [przez] Andersa Malma, a upowszechnił [go] ekonomista David Ruccio. Używa go też Jason W. Moore i rozszerzający się krąg podobnie myślących ekologów, ekonomistów, socjologów i filozofów" (Kozłowski, 2023, s. 169).

Do czterech „wielkich wyrównywaczy" wyodrębnionych przez historyka dołączyć trzeba jeszcze jednego. Odmiennej proweniencji i napawający optymizmem. Tworzą go reformy czynione przez ludzi: naukowców i ekspertów, polityków i ideologów oraz, co najważniejsze, świadomych ich powodów i celu obywateli. Te reformy już realizowano i nie muszą one mieć statusu politycznych zabytków. Miały na celu połączenie wzrostu gospodarczego (bo chciano go zachować i przyspieszyć) z taką dystrybucją dóbr, by z owoców wzrostu mogli korzystać wszyscy. Głównie najbiedniejsi. Brano pod uwagę także inne czynniki. Dbano o pełne zatrudnienie, a nie myślano wówczas o oddzieleniu pracy od dochodów (np. w postaci bezwarunkowego powszechnego dochodu podstawowego). Uważano, że demokracja to nie tylko polityczny akt uczestnictwa w wyborach do instytucji różnych szczebli. Znaczenie ma także partycypacja pracowników w kierowaniu zakładem pracy, by był on dla nich rzeczywiście swój. Reprezentacja pracowników zrzeszonych w związkach zawodowych miała dużą wagę i traktowano ją jako niezbędny element równoważący siłę przedsiębiorców prywatnych i państwa. Demokracja powinna obejmować, uznano, zarówno czas wolny, jak i czas pracy (Danecki, 1970).

Bycie obywatelem ma charakter integralny, podobnie jak system demokratyczny. Twierdzono, że dobra publiczne są nie mniej warte istnienia niż dobra prywatne. Za równoprawną traktowano własność państwową (ogólnospołeczną), wspólnotową (spółdzielczą, gminną, stowarzyszeniową) i prywatną. System gospodarczy łączył realizowane przez instytucje państwowe planowanie z opartym na samoregulacji rynkiem. W związku z tym tak samo ważne były cele strategiczne, jak bieżąca równowaga na rynku towarów konsumpcyjnych oraz na rynku tworzonym przez relacje między przedsiębiorstwami. W kierowaniu gospodarką i stymulowaniu jej wzrostu budżet (podobnie jak kurs walutowy) stał się jednym z instrumentów, a więc stosunek do deficytu budżetu lub do jego nadwyżki był zmienny, zależny od struktury i fazy cyklu koniunkturalnego. Pośród wielu swoich instytucji system ten miał także te zajmujące się ubezpieczeniem emerytalnym i zdrowotnym oraz te utworzone na wypadek bezrobocia. Żadna z nich nie miała charakteru giełdowego – stabilność wypłat gwarantował budżet państwa. Opodatkowanie wprowadzono powszechnie, a jego wysokość powiązano z zamożnością obywateli – system podatkowy miał zatem charakter progresywny: bogaci płacili więcej, bo mniej to było dla nich odczuwalne. Istniał podatek od spadków – dbano o merytokratyczne fundamenty systemu, a więc o związek pozycji obywatela z jego zasługami.

W samym systemie gospodarczym instytucje finansowe (przede wszystkim banki) pełniły funkcje służebne wobec realnej gospodarki, czyli wobec sektora produkcji i usług. Były niezbędnym dodatkiem „smarującym" cały mechanizm, a nie jego motorem.

System ten odwoływał się do ekonomicznej teorii Johna Maynarda Keynesa (i tworzącego w tym samym czasie Michała Kaleckiego), w Niemczech miał inne podstawy teoretyczne. Wyrastał z ideologii liberalnej i socjalistycznej oraz z wartości chrześcijańskich. Realizowały go, w pełni lub w dużej części, zachodnie państwa kapitalistyczne od zakończenia II wojny światowej (w USA i Szwecji wcielono go w życie wcześniej) do połowy lat 70. XX w.

Jego zmierzch został zapoczątkowany przez światowy kryzys naftowy w 1973 r. i koniec tanich surowców energetycznych. System miał różne nazwy, z których każda wskazywała na jakąś jego cechę naczelną: państwo opiekuńcze, państwo dobrobytu, kapitalizm zreformowany. Łączył wartości gospodarcze, społeczne, polityczne i kulturalne. Zapewniał bezpieczeństwo, stabilność i rozwój. Przywiązywał wagę do szybkiego wzrostu gospodarki i do sprawiedliwego podziału wśród wszystkich członków społeczeństwa wytworzonych dóbr. Był prawie wzorcowy. Prawie, bo pomijał znaczenie degradacji ekologicznej i zmian klimatu. Państwa i ich społeczeństwa traktował jako pluralistyczne i personalistyczne wspólnoty, ale już nie całą ludzkość i cały glob. System ten tworzył wówczas „złoty okres" kapitalizmu.

Wiele z elementów tamtego zrównoważonego, lecz zarazem ograniczonego systemu zachowało aktualność do dzisiaj. Jedne jako wzorce, inne jako przestrogi. Do przestróg należy wyodrębniony przez Johna K. Galbraitha „efekt zależności". Oznacza on, że wbrew klasykom z XIX w. i początku stulecia następnego, współcześnie to nie dzięki samoregulacji rynkowej mogą być określane i zaspokajane potrzeby, przy czym płynne funkcjonowanie gospodarki ma być pochodną równowagi popytu i podaży. Realne stosunki są inne niż programowe deklaracje, gdyż teraz: „potrzeby są w coraz większym stopniu wywoływane przez proces zaspokajający te potrzeby (Galbraith, 1973, s. 121). Rynek nie równoważy i nie uspokaja, a jego uczestnicy ze strony podażowej wywołują ciągłe napięcie, sugerując ciągły niedosyt. Dlatego: „nie można stawać w obronie produkcji jako środka zaspokajania potrzeb, skoro potrzeby te wytwarza produkcja" (Galbraith, 1973, s. 116). Rynek nie tworzy racjonalności, lecz partykularyzm działań i perspektyw poznawczych, a podstawą jego ruchu nie jest neutralność, lecz stronniczość. Korporacje, które w następnych dziesięcioleciach urosły i nabrały wielkiej

siły, podporządkowują sobie rynek, czyniąc z niego twór odmienny od tego, który chwalili Adam Smith, David Ricardo i ich następcy.

IV.

Współczesny projekt zrównoważonego rozwoju jest znacznie bardziej rozbudowany niż tradycyjny, ten sprzed już ponad półwiecza. Ma większą wagę i więcej funkcji. I jest trudniejszy w realizacji. Obejmuje stan całej planety, jej klimat, bioróżnorodność, zasoby surowców, wodę pitną, uprawy, zalesienie, morza i oceany, atmosferę, a nawet najbliższe kosmiczne okolice Ziemi, które stały się nowym obszarem ekspansji podzielonej między państwa ludzkości. Ziemia w ramach zrównoważonego rozwoju jest **wspólnym dobrem** *Homo sapiens*. Nie zaś zasobem i nie przestrzenią pozbawioną własności, a więc terenem niczyim, o który nie trzeba wspólnie dbać.

Ten projekt nawiązuje do myśli Arystotelesa. Robi to podwójnie. Podobnie jak Stagiryta odróżnia pragnienia od potrzeb. Emocjonalną i społecznie stymulowaną pogoń za zaspokojeniem nieustannie rosnących chęci posiadania od racjonalnych działań mających na celu nie konsumpcję, lecz lepsze życie przebiegające pośród innych ludzi. Współczesny projekt zrównoważonego rozwoju odwołuje się do racjonalnych dążeń formujących potrzeby zarówno społeczne, jak i indywidualne. Nie tworzy ich producent ani nie hierarchizuje rynek. Przecież czym innym jest popyt na penicylinę, a czym innym na obowiązujący w tym sezonie lakier do paznokci, inną wartość społeczną ma kardiochirurg, a inną chirurg specjalizujący się w estetyce podbródka.

Drugie nawiązanie do Arystotelesa wskazuje na **umiar** jako fundament tworzący cały system społeczny. Najważniejsza jest nie maksymalizacja (zysku, produkcji, posiadania, rangi), lecz powściągliwość. Bycie wśród innych, a nie przewaga materialna i dominacja symboliczna. Nie nadrzędna rola instynktu rywalizacji lub izolacja, ale pożytek z międzyludzkiej współpracy.

Obecny rozwój zrównoważony oznacza również wyrównywanie dysproporcji przestrzennych. W skali poszczególnych krajów i w wymiarze globalnym. Skoro zasoby Ziemi są ograniczone, a jej pojemność jako rezerwuaru odpadów ma kres, to kraje najbardziej zaawansowane technologicznie, nasycone nowoczesnym przemysłem, mające gospodarki największe i zamieszkiwane przez społeczeństwa zamożne powinny się przesunąć. Zrobić więcej miejsca dla tych będących za nimi. Zwłaszcza że dzisiejsi

bogacze (kraje i ludzie) mają dług do spłacenia. Sprawiedliwość historyczna jest jednym ze składników opisywanego projektu rozwoju.

Szczególnego znaczenia nabiera on w kwestiach klimatycznych. Nie tracąc niczego ze swoich związków z przeszłością, staje się również wyrazem sprawiedliwości prospektywnej i dotyczy pokoleń wstępujących. Jeśli przyszłość się odbędzie, to stan świata i egzystencja żyjących w nim ludzi będą konsekwencją tego, co robimy teraz. I – wcale nie w mniejszym stopniu – tego, czego nie robimy. Jesteśmy ogniwem w liczącym niecałe 200 lat łańcuchu wiążącym się ze swoistym patrymonium, które zostawili nam bliscy przodkowie. Owe dziedzictwo i nastawienie prospektywne wymagają nie tylko zmniejszenia emisji dwutlenku węgla i metanu, a więc związków chemicznych silnie wpływających na zmiany klimatu. Dzisiaj już nie wystarczy ograniczenie produkcji lub nawet jej całkowite zaprzestanie. Miks energetyczny, będący postępem w stosunku do korzystania wyłącznie z węgla, jedynie hamuje tempo narastania groźnych zmian klimatycznych. Nawet ich nie blokuje (Nordhaus, 2021, s. 186–191). Trzeba więc zmniejszyć istniejącą w atmosferze ilość związków szkodliwych. Nawet gdyby od dzisiaj zupełnie zaprzestano ich dalszej emisji, byłby to też za mały krok. Należy usuwać lub neutralizować te groźne składniki naszego nieba. Podejmowane są badania i sprawdzane odpowiednie technologie. Szczególne powodzenie dzisiaj zdaje się mieć wykorzystywanie do tego celu bazaltu, jak wynika z prób prowadzonych w Islandii (Mundy, 2022, s. 270). Tego rodzaju poszukiwania mają również wymiar ekonomiczny – kraje i firmy najbardziej zaawansowane w tych przedsięwzięciach zyskują przewagę. Współczesny projekt zrównoważonego rozwoju nie niweluje konkurencji, ale podporządkowuje ją celom społecznym. A więc wyższym niż sukcesy rynkowe.

Zrównoważony rozwój nie ma granic terytorialnych, tak jak nie mają ich zagrożenia klimatyczne. Im bardziej wszechogarniający, tym byłby skuteczniejszy i mniej kosztowny. Jego podmiot tworzy bowiem ludzkość, a nie jednostki czy poszczególne społeczeństwa wyznaczone państwami lub ich regionalnymi związkami (Nordhaus, 2021, s. 209–214).

W zachowaniu równowagi liczy się także system polityczny. Dokładniej mówiąc: wartość systemu liberalno-demokratycznego, bo on stwarza najlepsze warunki dla rozwoju. Zadomowił się w państwach zachodnich, lecz dla innych wolność jednostki i wolność polityczna mają mniejszą wagę niż bezpieczeństwo i dostatek. Ustrojowy wzór europejsko-zachodni traci swój ujmujący powab, a „współczesna liberalna demokracja znów budzi roz-

czarowanie" (Reykowski, 2019, s. 227). Lecz nie u wszystkich. Rzecz w tym, by rozmaite działania jej nie osłabiały, a dawka niezbędnego konstruktywizmu nie niwelowała oddolnie powstających procesów organicznych. Niepokojący jest jednak: „ogromny i rosnący dystans pomiędzy stanowiskiem naukowców w tej sprawie a stanowiskiem opinii publicznej" (Nordhaus, 2021, s. 353). Występuje on nie tylko w USA (co z bólem odnotowuje amerykański noblista z ekonomii), lecz także w Europie. W Polsce również: stosunek do Zielonego Ładu – proklimatycznego programu Unii Europejskiej – manifestowany na drogach i w parlamencie w pierwszej połowie 2024 r. był jaskrawym tego wyrazem.

Do projektu zrównoważonego rozwoju należy również kultura. Właściwie to jego decydujący składnik. Im więcej wiemy o gospodarce, polityce, społeczeństwie i ich relacjach z przyrodą, tym większej wagi nabiera właśnie ona. Wszak systemy polityczne zakorzenione są w ludzkich głowach, co podkreślał Edward Abramowski. Inne też. Na to, że idee (a więc składnik kultury intelektualnej), a nie interesy, są kluczowe, wskazywali tak różni ekonomiści, jak ojciec-założyciel neoliberalizmu Fredrich von Hayek i autor socjalliberalnego programu państwa opiekuńczego John Maynard Keynes. Karl Polanyi podkreślał niezbędną aktywność klas nieuprzywilejowanych i rolę reprezentujących je instytucji. Wcześniej znaczenie kultury i stosunków społecznych eksponowali myśliciele tak odmienni, jak Max Weber i Antonio Gramsci. Zrównoważony rozwój wymaga odpowiednio formującej ludzi kultury, a w niej sztuki, jeśli nie zdradziła samej siebie, i współcześni – jak ich nazywa Michel Houellebecq – „dekoratorzy" nie zgnietli „rewolucjonistów". Te dwa ścierające się nurty można powiązać z podziałem na rozrywkę i sztukę *sensu stricto*. Obecność sztuki, a w niej „rewolucjonistów", jest trwała i nie straciła na aktualności uwaga Daniela Bella sprzed półwiecza: „dziś prymat niewątpliwie należy do kultury; wytwory wyobraźni artystów zapowiadają, choćby i mgliście, jutrzejszą rzeczywistość społeczną" (Bell, 1994, s. 68). W następnych latach zaszła jednak modyfikacja i zmiana akcentów: dzieła artystów (nie „dekoratorów") stały się głównie przestrogą i wołaniem o refleksyjną zmianę. Film Jerzego Skolimowskiego *IO* (wszedł na ekrany kin w 2022 r.) to właśnie pokazuje: Zagładę czynioną przez ludzi naturze. Współczesny projekt zrównoważonego rozwoju odwołuje się przede wszystkim do ludzkich głów i do wartości kultury. Nie pierwszy raz w nich szuka ocalenia (np. Reich, 1976).

Jego idea powstała z otrząśnięcia się umysłu z codzienności, z uznania – jak stwierdził Jean-Paul Sartre – „wolności jako koniecznego warunku

działania". Autor *Bytu i nicości* rozwinął tę myśl: „dopóki człowiek zanurzony jest w sytuacji historycznej, nie zdaje sobie nawet niekiedy sprawy z wad i braków określonego, politycznego czy ekonomicznego ustroju, a to nie z przyzwyczajenia, jak się głupio powiada, ale dlatego, że ujmuje dany ustrój w pełni jego bytu i nie może sobie nawet wyobrazić, by mógł być inny. Należy bowiem odwrócić powszechny pogląd i przyznać, że uciążliwość sytuacji i narzucone przez nią cierpienia nie stanowią jeszcze dostatecznych motywów, aby wyobrazić sobie inny stan rzeczy, pomyślniejszy dla wszystkich. Przeciwnie, dopiero wtedy, gdy inny stan rzeczy daje się wyobrazić, nowe światło pada na nasze cierpienia i trudy, dopiero wtedy dochodzimy do wniosku, że są one nie do zniesienia" (Sartre, 1957, s. 510).

V.

Współczesny projekt zrównoważonego rozwoju pełni kilka funkcji i z wielu powodów powołująca go do życia idea ma dużą wagę.

Po pierwsze, pozwala wychylić się poza wymóg codziennego dostosowania. Pomaga zmniejszyć siłę ich alienujących konieczności. Pokazuje, że inna rzeczywistość jest możliwa, i wskazuje prowadzący do niej kierunek.

Po drugie, przedstawia odmienny, alternatywny wobec istniejącego projekt życia ludzkiej zbiorowości. Gromadzi wielu wokół swych treści i skłania do poszukiwań myśli pragmatycznych i rozwiązań szczegółowych.

Po trzecie, chroni zarówno przed nihilistycznym oportunizmem, jak i przed kosztownym, ryzykownym radykalizmem. Odrzuca pełną zgodę z daną rzeczywistością i zarazem totalne jej odrzucenie.

Po czwarte, ma miejsce w dziejach kultury intelektualnej. Nawiązuje do wielu przodków, w tym wielkich Starożytnych. Poszerza zakres ich myśli i je aktualizuje. Nie stawia niczego na głowie, a przeciwnie – wierzy w jej wysokie usytuowanie.

Po piąte, integruje rozmaite plany cząstkowe i scala poszukiwania fragmentaryczne. Jest zarówno racjonalną strategią, jak i mobilizującą, realistyczną utopią. A w każdym razie może być jednym i drugim.

Widzimy (jeśli nie zamykamy oczu) coraz więcej powodów do poważnego potraktowania wskazanych przez nią problemów i ich rozwiązań.

Bibliografia

Bell D., 1994. *Kulturowe sprzeczności kapitalizmu*, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa.

Coyle D., 2018. *PKB. Krótka, lecz emocjonująca historia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Danecki J., 1970. *Jedność podzielonego czasu. Czas wolny i czas pracy w społeczeństwach uprzemysłowionych*, Spółdzielnia Wydawniczo-Handlowa „Książka i Wiedza", Warszawa.

Frank R.H., 2018. *Sukces i szczęście. Dobry los a mit merytokracji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Galbraith J.K., 1973. *Społeczeństwo dobrobytu, państwo przemysłowe*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.

Gross H., 2003. *Postęp – mit utracony*, w: J. Danecki, M. Danecka (red.), *U podłoża globalnych zagrożeń. Dylematy rozwoju*, Dom Wydawniczy „Elipsa", Warszawa.

Kowalik T., 2005. *Systemy gospodarcze. Efekty i defekty reform i zmian systemowych*, Fundacja Innowacja, Warszawa.

Kozłowski P., 2023. *Przeciw systemowi 2. Rozmowy nie tylko z książkami*, Instytut Wydawniczy Książka i Prasa, Warszawa.

Marks K., Engels F., wiele wydań. *Manifest komunistyczny*.

Meadows D.H., Randers J., Behreus W.W. III, 1973. *Granice wzrostu*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

Mill J.S., 1946. *Autobiografia*, Spółdzielnia Wydawnicza „Wiedza", Warszawa.

Mundy S., 2022. *Wyścig po jutro. Przetrwanie, innowacja i zysk na froncie kryzysu klimatycznego*, Instytut Wydawniczy Książka i Prasa, Warszawa 2022.

Nordhaus W., 2021. *Kasyno klimatyczne. Ryzyko, niepewność i ekonomia globalnego ocieplenia*, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Warszawa.

Piketty T., 2015. *Kapitał w XXI wieku*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa.

Raworth K., 2021. *Ekonomia obwarzanka. Siedem sposobów myślenia o ekonomii XXI wieku*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa.

Reich Ch., 1976. *Zieleni się Ameryka*, Spółdzielnia Wydawniczo-Handlowa „Książka i Wiedza", Warszawa.

Reykowski J., 2019. *Rozczarowanie demokracją. Perspektywa psychologiczna*, Wydawnictwo Smak Słowa, Sopot.

Sartre J.-P., 1957. *L'être et le néant*, Gallimard, Paris.

Walicki A., 2013. *Od projektu komunistycznego do neoliberalnej utopii*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych Universitas, Kraków.

Woś R., 2017. *Walter Scheidel o tym, jak wojny wyrównują nierówności*, „Polityka", nr 21 (3111) z 23.05.2017 r.

Marcin Zych
Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii
Ogród Botaniczny UW
ORCID: 0000-0001-6961-069X



Zrównoważone rolnictwo: jak wyżywić ludzkość i nie zniszczyć Ziemi?

Pod koniec roku 2022 w wielu czasopismach i newsowych portalach internetowych pojawiła się informacja, że wielkość populacji ludzkiej właśnie przekroczyła granicę ośmiu miliardów. Kolejny miliard ludzi pojawił się na globie w tempie rekordowym, ponieważ linię siedmiu miliardów *Homo sapiens* przekroczył zaledwie 11 lat wcześniej, w 2011 r. Patrząc z perspektywy czasu, przez długi okres swej historii liczebność naszej populacji była jednak stosunkowo niewielka i stabilna. Tempo przyspieszyło w momencie przejścia ze zbieracko-łowieckiego na osiadło-rolniczy tryb życia, co zwykliśmy określać mianem rewolucji neolitycznej (ok. 10–12 tys. lat temu), szacunkowa liczba ludzi nie przekraczała wtedy czterech milionów, natomiast w roku 0 n.e. było nas już około 190 milionów. Pierwszy miliard ludzkość osiągnęła około roku 1800, a podwoiła się z czterech do ośmiu miliardów w ciągu ostatnich 50 lat. Obecnie przybywa nas w tempie ok. 80 milionów rocznie (200 tys. dziennie) (Ripple i in., 2020).

Tak szybki wzrost populacji ludzkiej – przy świadomości tego, że rozwój nie może odbywać się w sposób nieograniczony i że zbliżamy się do granic wytrzymałości planety (Steffen i in., 2015) – stawia przed nami niepokojące pytania: Kiedy osiągniemy kres możliwości produkcji żywności, która zaspokajałaby potrzeby ludzkości? Czy przypadkiem obecna pojemność globu jest ciągle wystarczająca, aby nas wyżywić? A jeżeli tak, to czy możemy oczekiwać, że sytuacja ta będzie stabilna przez kolejne dekady czy stulecia?

1. Czy będziemy mieli co jeść?

Zmiana trybu życia na osiadły i początki gospodarki rolnej wyznaczają punkt przełomowy w historii ludzkości. Od tej chwili dynamika wzrostu populacji nabiera tempa i stale rośnie. Jest to związane, między innymi, ze skróceniem okresów między narodzinami kolejnych dzieci: w przypadku społeczności nomadycznych było to średnio co cztery lata, w osiadłych – co rok. Ponadto udomowione zwierzęta i rośliny mogą być utrzymywane w znacznie większych zagęszczeniach niż ich dzicy kuzyni, rośnie zatem stabilność podaży żywności. Rolnictwo – dzięki możliwości gromadzenia nadwyżek jedzenia – przyspiesza także rozwój technologiczny i społeczny, który ze względu na pozytywne sprzężenia zwrotne pozwala na dalsze zwiększanie produkcji żywności (Diamond, 2002). Trwa to do dziś i mimo że obecnie główne siły napędowe się zmieniły, to szybko rosnąca populacja ludzka i niedobory żywności (jedna na siedem osób na świecie cierpi z głodu bądź niedożywienia) wymuszają dalsze przyspieszanie produkcji żywności lub choćby rozwiązanie problemu jej nierównomiernej dystrybucji.

W ostatnich dekadach, między innymi dzięki osiągnięciom biologii, biotechnologii i inżynierii genetycznej (zielona rewolucja) oraz maksymalizacji efektywności technik hodowli i uprawy, tempo wzrostu produkcji rolnej stało się zawrotne. W ciągu 50 lat (licząc od 1960 r.) produkcja podstawowych zbóż (pszenicy, jęczmienia, kukurydzy, ryżu, owsa) zwiększyła się prawie trzykrotnie, a upraw korzeniowych o mnożnik 1,5. Znacząco przyspieszyła również produkcja zwierzęca: hodujemy prawie cztery i pół razy więcej kurcząt, dwa i pół razy więcej świń i półtora raza więcej bydła i owiec. Jednak przy stale rosnącej populacji ludzkiej może to nie wystarczyć, ponieważ przy obecnym tempie wzrostu, aby zapewnić dostęp do żywności w roku 2050, trzeba jej będzie wyprodukować 70–100% więcej niż w roku 2025. Jednocześnie ogromna część żywności jest obecnie marnotrawiona. Szacunki wskazują, że jest to nawet 30–40%, choć powody takiego marnotrawstwa mogą się różnić między krajami rozwijającymi się i rozwiniętymi. W tych pierwszych żywność marnotrawiona jest raczej z powodów związanych ze słabo rozwiniętą infrastrukturą transportową i przechowalniczą na pierwszych etapach łańcucha dostaw, czyli u producentów i pośredników. Przykładowo, około 30% zbiorów ryżu w Azji Południowo-Wschodniej jest przechowywanych w niewłaściwych warunkach, co powoduje jego niszczenie, a dane dla Indii wskazują, że do 40% świeżej

żywności ulega zepsuciu z powodu braku urządzeń chłodniczych w sklepach i hurtowniach. Z kolei w krajach rozwiniętych znacząca część jedzenia ulega popsuciu u odbiorców końcowych – prywatnych i instytucjonalnych – między innymi z powodu nadmiernych, nieprzemyślanych zakupów bądź odrzucania jedzenia, które uważamy za „nieatrakcyjne wizualnie". Aby rozwiązać ten problem, w różnych częściach globu potrzebą są zatem odmienne strategie – w krajach Południa zwiększanie inwestycji w technologie transportowe i przechowalnicze oraz poprawianie „szczelności" łańcuchów żywnościowych, a w krajach Północy powinno się raczej stawiać na edukację i/lub odpowiednią legislację. W tym drugim przypadku sam wzrost cen obecnie relatywnie taniej żywności zapewne poprawiłby sytuację (Godfray i in., 2010).

Zakładając jednak, że globalnie jesteśmy rzeczywiście w stanie zmniejszyć marnotrawstwo jedzenia, warto się zastanowić, czy przy obecnym poziomie produkcji oznaczałoby to możliwość wyżywienia dodatkowych dwóch–trzech miliardów ludzi i odsuwałoby problem niedożywienia na dobrych parę dekad. Perspektywa nie jest, niestety, aż tak optymistyczna. Ma to przede wszystkim związek z ogromnymi środowiskowymi i klimatycznymi kosztami obecnego procesu produkcji żywności oraz brakiem prostych, bazujących na standardowych praktykach rolnych, sposobów jej intensyfikacji, bez dalszego obciążania przyrody i środowiska.

2. Koszty środowiskowe produkcji żywności

Rolnictwo, literalnie rzecz biorąc, zmieniło oblicze naszej planety. Od początków produkcji rolnej społeczności ludzkie przekształcały naturalne krajobrazy ziemskie, przystosowując je do uprawy roślin i hodowli zwierząt. Działo się to kosztem wypalanych i karczowanych lasów, osuszanych mokradeł, nawadnianych pustyń, wydzieranych morzu terenów szelfowych oraz milionów gatunków, które traciły swoje naturalne siedliska.

Współczesne analizy wskazują, że – wyłączając tereny trwale pokryte lodem – niemal połowa lądów znajduje się pod intensywnym wpływem człowieka (Jacobson i in., 2019). Spośród terenów nadających się do zamieszkania, które stanowią ok. 71% całkowitej powierzchni kontynentów i wysp, prawie połowa zajęta jest pod działalność rolniczą. Produkcja żywności wymaga też wody, która w wielu regionach świata (również w Polsce) staje się surowcem deficytowym. Globalnie rolnictwo wchłania około 70%

dostępnych zasobów słodkiej wody (Foley, 2011; Poore i Nemecek, 2018). Wykorzystywane w rolnictwie nawozy sztuczne użyźniają nie tylko tereny rolne, lecz także – w wyniku wietrzenia i spływów z wodami opadowymi – sąsiadujące z nimi cieki i zbiorniki wodne, odpowiadając za 78% zanieczyszczeń prowadzących do eutrofizacji (przeżyźnienia) wód słodkich i oceanów.

Rolnictwo i związane z nim procesy (przekształcanie siedlisk, stosowanie pestycydów i nawozów sztucznych etc.) wymieniane są jako główne czynniki zagrażające różnorodności biologicznej – czy to globalnie, czy w skali kontynentów i poszczególnych państw, czy konkretnych grup organizmów (Potts i in., 2010; Ollerton i in., 2014; Dudley i Alexier, 2017; Powney i in., 2019; Wraith i Pickering, 2019; Antonelli i in., 2020; Hochkirch i in., 2023). Jeżeli chodzi o częstość występowania, to zwierzęta hodowlane już dawno przewyższyły pod względem biomasy gatunki dzikie: w przypadku ssaków stanowią one 60% (ludzie 36%), w przypadku ptaków – 70%, odpowiednio w obu grupach taksonomicznych (Bar-On, Phillips i Milo, 2018).

Co ważne, mamy tu do czynienia z wyraźnym sprzężeniem zwrotnym: obniżająca się za sprawą działalności rolniczej różnorodność organizmów odbija się negatywnie na samej produkcji żywności, w szczególności roślin uprawnych, których plonowanie jest zależne od obecności np. zapylaczy. Jest to znacząca i ciągle rosnąca część wszystkich upraw (Potts i in., 2016). Globalnie szacuje się, że aż 70% najważniejszych gatunków roślin uprawnych do obfitego plonowania wymaga obecności zwierząt zapylających ich kwiaty (Klein i in., 2007). Co prawda, odpowiada to za około 30% wartości plonów (zboża będące podstawowym źródłem kalorii są wiatropylne) (Gallai i in., 2009), jednak żywność ta jest ważnym źródłem substancji pokarmowych i mikroelementów (np. witamin czy kwasu foliowego) warunkujących zdrowie konsumentów, których nie dostarczają masowo produkowane zboża (Chaplin-Kramer i in., 2014; Smith i in., 2022). Badania prowadzone w wielu rejonach świata pokazują, że ważna jest również różnorodność zapylaczy, która maksymalizuje plony (Garibaldi i in., 2016; Winfree i in., 2018). Negatywnie kontrastuje to, niestety, z obserwowanym spadkiem liczebności i różnorodności zapylaczy oraz innych owadów, które mogą być sprzymierzeńcami człowieka, choćby w eliminowaniu roślinożernych stawonogów zagrażających uprawom (Biesmeijer i in., 2006; Potts i in., 2010; Burkle, Marlin i Knight, 2013; Goulson i in., 2015; Hallmann i in., 2017; Hallmann i in., 2021).

Wytwarzanie żywności (procesy uprawy i chowu zwierząt, przetwórstwa i transportu etc.) przyczynia się walnie także do zmian klimatu poprzez uwalnianie gazów cieplarnianych na każdym etapie tej działalności. Globalnie szacuje się, że jest to, w przeliczeniu na ekwiwalent CO_2, 26% wszelkich emisji pochodzenia antropogenicznego. W tym ponad połowę stanowią emisje związane z hodowlą zwierząt, a około 18% – z techniczną stroną łańcucha żywnościowego (Poore i Nemecek, 2018).

Wszystko to przyspiesza i pogłębia narastającą katastrofę klimatyczną i ekologiczną, co zwrotnie wpływa na destabilizację obecnych łańcuchów żywieniowych. W zależności od trajektorii zmian, przy ocieplającym się klimacie oraz coraz poważniejszych problemach z wodą, stosowanie dotychczasowych technik uprawy i hodowli oraz wykorzystanie tradycyjnych gatunków roślin i zwierząt mogą szybko okazać się niemożliwe, podobnie jak gospodarowanie w niektórych ciepłych rejonach świata (np. obszar śródziemnomorski czy Azja Południowa), gdzie warunki przestaną pozwalać nie tylko na działalność rolniczą, ale wręcz na mieszkanie. Trudno zatem prognozować, że model gospodarki żywnościowej będzie mógł się w dalszym ciągu stabilnie rozwijać na zasadzie *business as usual*. W celu długookresowej stabilizacji łańcuchów żywnościowych konieczne jest zrównoważenie popytu na nią (oraz na inne produkty rolne, takie jak paliwa i włókna) z długofalowymi możliwościami produkcji. Dotyczy to również pozyskiwania nowych terenów rolnych, co w zasadzie może się obecnie odbywać wyłącznie kosztem zasobnych w różnorodność biologiczną obszarów tropikalnych. Rolnictwo powinno produkować więcej żywności, która musi być lepiej dystrybuowana oraz wytwarzana w sposób, który minimalizuje obciążenia dla środowiska (także wodnego) oraz atmosfery (Foley, 2011).

Można to osiągnąć, stosując strategię zrównoważonej intensyfikacji, która nie oznacza jednak wyłącznie wzrostu efektywności rolnictwa, ale w wielu przypadkach redukcję plonów, aby utrzymać zasady zrównoważonego rozwoju. W szczególności strategia ta oznacza możliwie najefektywniejsze wykorzystanie dostępnych zasobów, porzucenie najbardziej obciążających środowisko praktyk rolnych lub ich zamianę na lepsze oraz włączanie ich do systemu żywnościowego (Godfray i in., 2010; Foley, 2011; Mbow i in., 2019).

Jak zatem, w konkretnych posunięciach, ustabilizować przyszły system żywnościowy, nie rezygnując z zasad zrównoważonego rozwoju, i osłabić, a najlepiej odwrócić negatywny wpływ człowieka na przyrodę i środowisko?

3. Jak rozsądnie intensyfikować produkcję rolną?

Pierwszym krokiem koniecznych zmian w gospodarce żywnościowej powinno być, opisywane wyżej, minimalizowanie strat żywności. Rozwiązanie to nie wystarczy, aby ustabilizować gospodarkę żywnościową, ale powinno osłabić presję rolnictwa na środowisko i przyrodę oraz zwiększyć (chwilowo) podaż żywności, szczególnie w regionach ciągle zagrożonych głodem. Zmiana ta wymaga innowacji technologicznych – szczególnie tam, gdzie do strat dochodzi na początkowych etapach łańcucha żywnościowego – i intensywnych działań edukacyjnych – w obszarach, gdzie za marnotrawstwo odpowiadają konsumenci końcowi.

Bardzo ważnym elementem nowej strategii żywnościowej powinno być ograniczanie w diecie produktów pochodzenia zwierzęcego (mięso, mleko i ich przetwory). Z danych Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) wynika, że aż 77% terenów rolnych wykorzystywanych jest pod produkcję zwierzęcą, która globalnie dostarcza zaledwie 18% wartości energetycznej pokarmów (nieco więcej, 37%, w kategorii produktów białkowych). Warto zwrócić uwagę, że chów zwierząt wymaga terenów nie tylko do utrzymania stad, pastwisk, lecz także ogromnych obszarów upraw przeznaczonych na karmę dla gatunków hodowlanych, nawet tych regularnie wypasanych. Obecnie stanowi to 43% całości terenów wykorzystywanych pod uprawę roślin (Poore i Nemecek, 2018). Chów zwierząt gospodarskich to również wyjątkowo duże obciążenie dla klimatu. Szczególnie produkcja „czerwonego" mięsa, czyli wołowiny i baraniny, pociąga za sobą znaczące emisje gazów cieplarnianych, setki razy wyższe niż w przypadku produktów roślinnych, takich jak zboża czy strączkowe. Nieco mniej obciążający jest chów drobiu i świń, ciągle jednak jest to około 7–30 razy więcej emisji niż przy uprawie roślin (Poore i Nemecek, 2018).

Trudno dziś sobie wyobrazić scenariusz, w którym cała ludzkość przechodzi na weganizm, a argument, że wszelka konsumpcja produktów odzwierzęcych jest zła, to spore uproszczenie (z braku miejsca pomijamy tu kwestie etyczne, związane z dobrostanem zwierząt). Jednakże wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie spożycia produktów zwierzęcych pozwoliłoby znacząco ograniczyć presję rolnictwa zarówno na klimat, jak i na środowisko. Przykładowo, wyeliminowanie z diety wołowiny oraz baraniny pozwoliłoby o prawie połowę zmniejszyć obszary lądu zajmowane pod działalność rolniczą (głównie redukcja areału pastwisk), natomiast całkowicie roślinna dieta oznaczałaby możliwość redukcji terenów rolnych o kolejne 25%,

wszystko przy znacząco niższych emisjach gazów cieplarnianych. Nawet pozostanie przy diecie mieszanej, ale bez wołowiny, baraniny i produktów mlecznych, dałoby znaczącą, 73-procentową, redukcję powierzchni obszarów rolnych (Poore i Nemecek, 2018). Osłabiłoby to presję, między innymi, na obszary tropikalne, wyjątkowo bogate, jeżeli chodzi o różnorodność biologiczną.

Jednocześnie konieczne jest rozwijanie rolnictwa na terenach trudnych i zdegradowanych, na przykład na terenach pustynnych, zasolonych glebach czy terenach podmokłych. W tym ostatnim przypadku należy jednak szczególnie dbać o to, aby przy okazji nie ograniczyć zdolności gromadzenia węgla przez gleby bagienne, co ma znaczenie mitygujące zmiany klimatu.

Pewnym rozwiązaniem jest też przenoszenie niektórych upraw możliwie blisko konsumentów, czyli na przykład do miast. Pozwala to skracać łańcuchy dostaw (oszczędność energii i czasu, niższe emisje i koszty produkcji) oraz wykorzystywać na produkcję rolną tereny dotychczas niedostępne dla upraw. Biorąc pod uwagę statystki mówiące, że do 2050 r. około 70% populacji ludzkiej będzie zamieszkiwać tereny miejskie, miejskie rolnictwo czy ogrodnictwo mogą odgrywać coraz większą rolę, zapewne nie jako sposób zaspokojenia podstawowych potrzeb żywieniowych, ale metoda na zwiększenie różnorodności i poprawę jakości odżywczej żywności.

W skali całkowitej produkcji roślinnej uprawy przeznaczone na biopaliwa (np. zboża i rzepak) i inne produkty przemysłowe nie stanowią dominującego udziału, a zaledwie około 5%, jednak i w tym przypadku można je zastąpić odnawialnymi źródłami energii lub energią jądrową, co pozwala na dalszą redukcję obszarów rolnych (lub ich przeznaczenie na produkcję żywności) i, w przypadku zaniechania działalności rolniczej, obniżenie emisji gazów cieplarnianych.

Zmiany w rolnictwie muszą objąć także zwiększenie wydajności istniejących upraw i chowu zwierząt, szczególnie na obszarach obecnie mało wydajnych rolniczo, położonych zwykle w uboższych i mniej rozwiniętych krajach. Można to osiągnąć przez wykorzystanie lepszego materiału siewnego i odmian hodowlanych oraz wydajniejsze wykorzystanie nawozów i wody. W zależności od okoliczności pomocne może być również stosowanie odmiennych metod agrotechnicznych, pozwalających maksymalizować plony, przy jednoczesnym minimalizowaniu użycia zasobów, takich jak uprawa bezorkowa, uprawy współrzędne i międzyplony czy agroleśnictwo. W tym pierwszym przypadku następuje mniejsza erozja gleby oraz zachowana jest wyższa wilgotność gleby, w przypadku upraw współrzędnych –

obecność różnych roślin pozwala zmniejszyć ilość niepożądanych roślin (chwastów) oraz ograniczyć ilość stosowanych nawozów (Godfray i in., 2010; Foley, 2011). Przykładowo, w porównaniu z monokulturami uprawianymi w takim samym reżimie odpowiednio dobrane zestawy roślin uprawianych współrzędnie, dając wyższe plony, mogą zajmować do 29% mniej terenu i zaoszczędzić do 36% nawozów (Li i in., 2020). W przypadku nawozów globalnym problemem jest zresztą ich właściwe dawkowanie, gdyż rzadko są one stosowane w odpowiedniej ilości. Z kolei agroleśnictwo polega na celowym integrowaniu roślin drzewiastych z uprawami i chowem zwierząt, co przynosi zarówno pozytywne skutki siedliskowe i przyrodnicze, pozwala ograniczać zużycie wody i nawozów, jak i zwiększa zyski (Borek, 2021).

Aby rozwiązać różne problemy agrotechniczne, tam, gdzie to możliwe, warto wprowadzać systemy rolnictwa precyzyjnego, które umożliwiają dostosowywanie metody uprawy (nawadnianie, nawożenie, stosowanie pestycydów etc.) nawet w mikroskali. Używając nowoczesnych narzędzi pomiarowych, zaawansowanych metod informatycznych, można tworzyć modele działek rolnych, biorąc pod uwagę niewielkie nawet różnice w rodzaju, żyzności i wilgotności gleb, ukształtowaniu terenu. Łącząc te informacje ze zbieranymi automatycznie danymi o bieżącym stanie uprawy bądź hodowli, można zarządzać całym procesem produkcji w sposób maksymalizujący plon i minimalizujący negatywny wpływ na środowisko, przy jednoczesnej poprawie stabilności zaopatrzenia w żywność (Gebbers i Adamchuk, 2010).

Efektywne gospodarowanie oznacza również maksymalnie szerokie stosowanie technik uprawy minimalizujących wprowadzanie do środowiska nawozów sztucznych czy pestycydów, czyli metod z arsenału rolnictwa ekologicznego, takich jak: zintegrowana ochrona upraw, ściółkowanie, zielone nawozy, kompostowanie.

Przy rosnącej niestabilności klimatu, co zagraża płynności łańcuchów żywieniowych, kluczowa będzie dywersyfikacja produkcji rolnej i dostosowanie jej do zmieniających się warunków gospodarowania. Mimo że globalnie uprawiamy około 1200 gatunków roślin (na ponad 30 000 jadalnych), zaledwie trzy – pszenica, kukurydza i ryż – zapewniają ponad połowę wyżywienia, a dalsze sześć – kolejne 25%. Współczesna strategia produkcji rolnej powinna zatem, z jednej strony, stawiać na poszerzanie tej listy i wykorzystywanie upraw dobrze sprawdzających się w konkretnych lokalnych warunkach i w obliczu zmieniającego się klimatu. Z drugiej strony, niezbędna jest praca nad uzyskiwaniem nowych, transgenicznych odmian roślin, których modyfikacje odpowiadać będą na zmieniające się warunki

gospodarowania oraz potrzeby żywieniowe – między innymi form odpornych na suszę, zasolenie, efektywniej wykorzystujących związki azotowe i potasowe, o zwiększonej efektywności fotosyntetycznej czy w końcu samopylnych (brak konieczności udziału zwierząt w procesie zapylania) lub apomiktycznych (wytwarzających owoce bez procesu płciowego, zwykle niewymagające zapylenia) (Godfray i in., 2010) oraz takich, które dostarczają deficytowych substancji pokarmowych. Wymaga to jednak także zmiany mentalnej, ponieważ mimo braku naukowych dowodów na zdrowotną i środowiskową szkodliwość genetycznie modyfikowanych upraw (w porównaniu do odmian „konwencjonalnych"), ich zastosowanie, mimo prawie trzydziestoletniej historii użytkowania, ciągle spotka się z negatywną reakcją części społeczeństw i w związku z tym obciążone jest bardzo ostrymi ograniczeniami prawnymi. Poważnym ograniczeniem może tu być fakt, że w znakomitej większości odmiany GMO są uzyskiwane przez komercyjnych operatorów, a ich użycie wiąże się dla rolników z wysokimi kosztami zakupu materiału siewnego. Konieczne jest zatem aktywizowanie sektora publicznego (uniwersytetów i publicznych instytutów badawczych) do uzyskiwania nowych, odpornych odmian oferowanych w ramach otwartych, darmowych licencji (Fedoroff i in., 2010).

Ostatnim, najbardziej jednak ryzykownym z powodów środowiskowych, sposobem intensyfikacji produkcji żywności może być rozwijanie akwakultury, szczególnie w rejonach, gdzie dotychczas nie była ona stosowana (np. Afryka). Jest to wydajna metoda produkcji zwierzęcej, w której, wykorzystując 50 litrów wody, można uzyskać nawet do 1 kg mięsa. Niestety, żywienie hodowlanych ryb i bezkręgowców wodnych jest zwykle związane z pozyskiwaniem dzikich gatunków morskich i słodkowodnych, co w wielu przypadkach prowadzi do ich przełowienia, a sama hodowla często oznacza zanieczyszczenie wód przybrzeżnych. Zwierzęta hodowane w naturalnych zbiornikach wodnych mogą być też źródłem chorób i patogenów dla organizmów dzikich. Alternatywą może być tu rozwijanie technologii zamkniętych, cyrkularnych systemów prowadzenia akwakultury, w których jednocześnie utrzymuje się organizmy z różnych poziomów troficznych i łatwo można kontrolować poziom zanieczyszczeń przedostających się do środowiska (Fedoroff i in., 2010; Godfray i in., 2010).

Jak wynika z przedstawionych rozważań, nie ma jednego, idealnego sposobu na wykarmienie ludzkości przy zachowaniu zrównoważonego sposobu użytkowania ziemskich zasobów. Istnieje wiele metod i technik przetestowanych naukowo, których jednoczesne zastosowanie może nas przybliżyć

do tego celu. W każdym przypadku muszą być one jednak dostosowane do konkretnych lokalnych warunków i potrzeb. Przyszły sukces wymaga także działań w sferze zmian mentalnych, łamania istniejących stereotypów, zwyczajów i uprzedzeń oraz integracji wielu dziedzin nauki i technologii. Jest możliwy, ale zmiany muszą następować szybko, a celem nie może być tylko maksymalizacja produkcji żywności, ale skuteczne jej pogodzenie z celami środowiskowymi, przyrodniczymi, klimatycznymi i społecznymi (Godfray i in., 2010).

4. Memento Rapa Nui

Mimo wiedzy, co trzeba zrobić, trudno dziś przewidzieć, jaki będzie los koniecznej transformacji systemu żywnościowego, bo w głównej mierze zależy on od nastrojów społecznych i decyzji politycznych. Jeżeli jednak nie nastąpi ona dostatecznie szybko, to ponurym proroctwem może być historia ludzkiej populacji Wyspy Wielkanocnej, którą warto przytoczyć w wersji obrazowo opisanej przez Jareda Diamonda, znanego amerykańskiego biologa i popularyzatora nauki, pracującego na Uniwersytecie Kalifornijskim. W książce zatytułowanej *Upadek. Dlaczego niektóre społeczeństwa upadły, a innym się udało*, autor analizuje liczne historyczne populacje ludzkie (m.in. wikingów na Grenlandii, Majów, Anasazi, ludność Japonii z epoki Edo) i przyczyny ich zaniku bądź przetrwania (Diamond, 2007).

W przypadku Wyspy Wielkanocnej (polinezyjska nazwa: Rapa Nui) jej historia dla nauki europejskiej rozpoczyna się w 1722 r., kiedy w dzień Wielkanocy wyprawa holenderskiego kapitana Jacoba Roggeveena wylądowała na niewielkiej, liczącej zaledwie 170 km^2 wysepce pochodzenia wulkanicznego, zagubionej na Pacyfiku. Najbliższy ląd, oddalony do Rapa Nui o 2078 km, to inna niewielka wyspa Pitcairn, a od najbliższego kontynentu, Ameryki Południowej, dzieli Wyspę Wielkanocną aż 3600 km. Czyni ją to jednym z najbardziej izolowanych zamieszkałych miejsc na świecie. Wyprawa Roggeveena nie dość, że zastała na wyspie populację ludzką (liczącą wtedy, jak się wydaje, około 2000–3000 osób), to jeszcze odkryła ślady zaawansowanej kultury materialnej, która charakteryzowała się między innymi wykonywaniem ogromnych kamiennych posągów, zwanych przez rdzennych mieszkańców *moai*. Spotkanie ludzi na tak odległym lądzie było dla Europejczyków ogromnym zaskoczeniem, ponieważ – według relacji Holendra – nie dysponowali oni żadną flotą, a jedynie niewielkimi

łodziami nadającymi się wyłącznie do opływania wyspy. Równie mocno zdumiewało, w jaki sposób na pozbawionym drzew terenie udało się przemieszczać i ustawiać imponujące kamienne rzeźby.

Już w XVIII w., na podstawie cech języka mieszkańców Rapa Nui, zaczęto przyjmować, że została ona skolonizowana przez ludność polinezyjską, co według różnych współczesnych źródeł mogło nastąpić między 900 a 1200 r. Polinezyjczycy, którzy zasiedlili wyspę, przywieźli ze sobą wiele roślin uprawnych, takich jak pochrzyn, taro czy bataty, i zwierzęta w postaci kur (niechciane dotarły wraz z nimi również szczury). Warunki uprawy były od początku bardzo trudne, więc mieszkańcy karczowali las, aby uzyskać nowe pola oraz, sporym wysiłkiem, przenosili na nie duże ilości odłamków skalnych, tworząc dość specyficzne kamienne ogrody. Sytuacja rolnicza pogorszyła się jeszcze w chwili całkowitego odlesienia wyspy, co zauważył już Jacob Roggeveen. Dane paleobotaniczne wskazują, że na Rapa Nui występowało naturalnie co najmniej 21 gatunków roślin o pokroju drzewiastym (w tym palmy, które botanicznie nie są uważane za drzewa). Ich pnie wykorzystywane były jako budulec domów i łodzi, źródło opału oraz, jak się wydaje, materiał na narzędzia do transportowania kamiennych figur. Pozbawienie wyspy naturalnej pokrywy leśnej przyspieszyło zachodzące już wcześniej procesy erozyjne oraz, co równie ważne, uniemożliwiło konstrukcję nowych łodzi, które ułatwiały zdobywanie pożywienia z morza (ptaki, ssaki, ryby i bezkręgowce morskie), będącego istotnym elementem diety mieszkańców. Zresztą intensywna eksploatacja tych zasobów (także przez introdukowane szczury, które zjadały jaja i pisklęta oraz owoce drzew) spowodowała wytępienie większości występujących na wyspie gatunków ptaków oraz poważne ograniczenie populacji innych zwierząt morskich w przybrzeżnych wodach. Wiemy to z danych archeologicznych wskazujących na zmniejszanie się rozmiaru muszli czy wielkości i proporcji kości znajdowanych w historycznych śmietnikach.

Według Diamonda (2007) historia Rapa Nui wydaje się skrajnym przykładem dewastacji naturalnego środowiska przez człowieka. Całkowite wylesienie wyspy, oprócz utraty cennych surowców w postaci drewna, włókien, kory czy jadalnych nasion, przełożyło się też – w związku z erozją gleb i brakiem surowców do kompostowania – na drastyczny spadek produktywności upraw. Stąd prosta droga prowadziła już do głodu, katastrofy populacyjnej czy wręcz przypadków kanibalizmu, którego dowody odnajdywano nie tylko w opowieściach mieszkańców, lecz także w śladach archeologicznych. Według niektórych szacunków wyspę mogło w szczytowej fazie

rozwoju cywilizacji zamieszkiwać nawet do 30 tysięcy ludzi. Cywilizacja ta, razem ze swoją niezwykłą kulturą, praktycznie przestała istnieć w wyniku niepohamowanej konsumpcji zasobów naturalnych. Stało się to tym szybciej, że oddalona od innych lądów i pozbawiona odpowiednich środków technicznych, populacja Rapa Nui nie mogła liczyć na wymianę dóbr z sąsiadującymi ludami lub przenieść się w bardziej zasobne miejsce.

Pesymistyczne koncepcje historii wyspy i faktycznego eko-bójstwa jej mieszkańców, wspierane przez Diamonda (2007), są nieco rozjaśniane przez najnowsze badania bazujące na zaawansowanych technikach satelitarnych pozwalających mapować zasięg skalnych ogrodów. Wskazują one, że rzeczywista maksymalna populacja Rapa Nui mogła nie przekraczać 4000 osób, a wykorzystanie zasobów naturalnych odbywało się w sposób zdecydowanie bardziej zrównoważony (Davis i in., 2024). Dane te nie negują jednak dramatycznego spadku naturalnej biologicznej różnorodności wyspy i skali wylesienia, pokazują tylko, że istniejący system żywnościowy mógł być stabilniejszy, niż do tej pory sądziliśmy.

Bez względu na rzeczywistą trajektorię populacji Rapa Nui warto pochylić się nad analizą, której dokonał Diamond (2007), przyglądając się losom podobnych społeczeństw. Wskazał on na cztery grupy czynników, które w dużej mierze mogą determinować los ludzkich cywilizacji: szkody w środowisku, zmiany klimatyczne, wrogie sąsiedztwo i przyjazny handel. W przypadku Wyspy Wielkanocnej tylko trzy z nich miały znaczenie, ponieważ nie istniała, jak się wydaje, żadna szansa na przyjazny handel, który mógłby poprawić los mieszkańców. Choć Diamond tego nie wypunktowuje, żyli oni w skrajnej izolacji, otoczeni przez bezmiar morza, co metaforycznie można by uznać za zdecydowanie wrogie sąsiedztwo. Eksploatacja środowiska, w zasadzie bez znaczenia, czy gwałtowna, czy powolna, doprowadziła do znacznych szkód przyrodniczych. Nie mamy danych o znaczącej zmianie klimatu – nie da się tu wykluczyć niewielkich modyfikacji prądów morskich negatywnie wpływających na produktywność oblewających wyspę wód – jednak z pewnością odlesienie i intensywna uprawa przyczyniły się do zmian mikroklimatu wyspy, co osłabiało produkcję rolną. To wszystko zbliżało populację Rapa Nui do krawędzi ryzyka. Finalnie, jak pisze Diamond (2007), najważniejszy był jednak czynnik piąty: reakcja rozpatrywanej cywilizacji na problemy ekologiczne. W przypadku Wyspy Wielkanocnej ostatnie drzewo zostało wycięte, a otrzeźwienie nie przyszło w porę.

Wznieśmy się teraz na poziom makro i popatrzmy na Ziemię z perspektywy losu mieszkańców Wyspy Wielkanocnej. Analogie są aż zanadto

wyraźne. Jako globalna populacja dokonaliśmy dramatycznych przekształceń środowiska, uruchomiliśmy negatywne procesy klimatyczne, nie mamy przyjaznych sąsiadów, a nasza planeta nie ma zamiennika. Pozostaje pytanie, jaka będzie nasza reakcja na problemy ekologiczne, do których się przyczyniliśmy?

Bibliografia

Antonelli A., Fry C., Smith R.J., Simmonds M.S.J., Kersey P.J., Pritchard H.W. (red.), 2020. *State of the World's Plants and Fungi 2020*, Royal Botanic Gardens, Kew, https://doi.org/10.34885/172.

Bar-On Y.M., Phillips R., Milo R., 2018. *The biomass distribution on Earth*, „Proceedings of the National Academy of Sciences USA", vol. 115(25), s. 6506–6511, doi:10.1073/pnas.1711842115.

Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer M., Ohlemüller R., Edwards M., Peeters T., … Kunin W.E., 2006. *Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands*, „Science", vol. 313(5785), s. 351–354, doi:10.1126/science.1127863.

Borek R., 2021. *Agroleśnictwo (Systemy rolno-leśne). Poradnik dla rolników i doradców rolnych*, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa PIB, Puławy.

Burkle L.A., Marlin J.C., Knight T.M., 2013. *Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence, and function*, „Science", vol. 339(6127), s. 1611–1615, doi:10.1126/science.1232728.

Chaplin-Kramer R., Dombeck E., Gerber J., Knuth K.A., Mueller N.D., Mueller M., … Klein A.-M., 2014. *Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production*, „Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences", vol. 281(1794), doi:10.1098/rspb.2014.1799.

Davis D.S., DiNapoli R.J., Pakarati G., Hunt T.L., Lipo C.P., 2024. *Island-wide characterization of agricultural production challenges the demographic collapse hypothesis for Rapa Nui (Easter Isli)*, „Science Advances", vol. 10(25), doi:10.1126/sciadv.ado1459.

Diamond J., 2002. *Evolution, consequences i future of plant i animal domestication*, „Nature", vol. 418, s. 700–707, doi:10.1038/nature01019.

Diamond J., 2007. *Upadek. Dlaczego niektóre społeczeństwa upadły, a innym się udało*, Prószyński i S-ka, Warszawa.

Dudley N., Alexander S., 2017. *Agriculture i biodiversity: A review*, „Biodiversity", vol. 18(2–3), s. 45–49, doi:10.1080/14888386.2017.1351892.

Fedoroff N.V., Battisti D.S., Beachy R.N., Cooper P.J.M., Fischhoff D.A., Hodges C.N., … Zhu J.-K., 2010. *Radically rethinking agriculture for the 21st century*, „Science", vol. 327(5967), s. 833–834, doi:10.1126/science.1186834.

Foley J.A., 2011. *Can we feed the world and sustain the planet?*, „Scientific American", vol. 305(2), s. 60–65, http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican1111-60.

Gallai N., Salles J.-M., Settele J., Vaissière B.E., 2009. *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*, „Ecological Economics", vol. 68(3), s. 810–821, https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.

Garibaldi L.A., Gigante Carvalheiro L., Vaissière B.E., Gemmill-Herren B., Hipólito J., Magalhães Freitas B., … Zhang H., 2016. *Mutually beneficial pollinator diversity i crop yield outcomes in small i large farms*, „Science", vol. 351(6271), s. 388–391, doi:10.1126/science.aac7287.

Gebbers R., Adamchuk V.I., 2010. *Precision agriculture and food security*, „Science", vol. 327(5967), s. 828–831, doi:10.1126/science.1183899.

Godfray H.C.J., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., … de Kroon H., 2010. *Food security: The challenge of feeding 9 billion people*, „Science", vol. 327(5967), s. 812–818, doi:10.1126/science.1185383.

Goulson D., Nicholls E., Botías C., Roteray E.L., 2015. *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*, „Science", vol. 347(6229), doi:10.1126/science.1255957.

Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., … de Kroon H., 2017. *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*, „Plos One", vol. 12(10), doi:10.1371/journal.pone.0185809.

Hallmann C.A., Ssymank A., Sorg M., de Kroon H., Jongejans E., 2021. *Insect biomass decline scaled to species diversity: General patterns derived from a hoverfly community*, „Proceedings of the National Academy of Sciences USA", vol. 118(2), doi:10.1073/pnas.2002554117.

Hochkirch A., Bliz M., Ferreira C.C., Danielczak A., Allen D., Nieto A., … Zuna-Kratky T., 2023. *A multi-taxon analysis of European Red Lists reveals major threats to biodiversity*, „Plos One", vol. 18(11), doi:10.1371/journal.pone.0293083.

Jacobson A.P., Riggio J., Tait A.M., Baillie J.E.M., 2019. *Global areas of low human impact ('Low Impact Areas') i fragmentation of the natural world*, „Scientific Reports", vol. 9(1), 14179, doi:10.1038/s41598-019-50558-6.

Klein A.-M., Vaissière B.E., Cane B.E., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharntke T., 2007. *Importance of pollinators in changing liscapes for world crops*, „Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences", vol. 274(1608), s. 303–313, doi:10.1098/rspb.2006.3721.

Li C. i in., 2020. *Syndromes of production in intercropping impact yield gains*, „Nature Plants", vol. 6(6), s. 653–660, doi:10.1038/s41477-020-0680-9.

Mbow C. i in., 2019. *Food security*, w: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, E.C. Buendía, ... Malley J. (red.), *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation,*

sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, Cambridge University Press, doi:10.1017/9781009157988.007.

Ollerton J., Erenier H., Edwards M., Crockett R., 2014. *Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes*, „Science", vol. 346(6215), s. 1360–1362, doi:10.1126/science.1257259.

Poore J., Nemecek T., 2018. *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*, „Science", vol. 360(6392), s. 987–992, doi:10.1126/science.aaq0216.

Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neuman P., Schweiger O., Kunin W.E., 2010. *Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers*, „Trends in Ecology and Evolution", vol. 25(6), s. 345–353, doi:10.1016/j.tree.2010.01.007.

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H.T., Aizen M.A., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., … Vanbergern A.J., 2016. *Safeguarding pollinators and their values to human well-being*, „Nature", vol. 540(7632), s. 220–229, doi:10.1038/nature20588.

Powney G.D., Carvell C., Edwards M., Morris R.K.A., 2019. *Widespread losses of pollinating insects in Britain*, „Nature Communications", vol. 10(1), 1018, doi:10.1038/s41467-019-08974-9.

Ripple W.J., Wolf Ch., Gregg J.W., Levin K., Rockström J., Newsome T.M., … Lenton T.M., 2020. *World scientists' warning of a climate emergency*, „BioScience", vol. 70(1), s. 8–12, https://doi.org/10.1093/biosci/biz088.

Smith M.R., Mueller N.D., Springmann M., Sulser T.B., Garibaldi L.A., Gerber J., … Myers S.S., 2022. *Pollinator deficits, food consumption, and consequences for human health: A modeling study*, „Environmental Health Perspectives", vol. 130(12), 127003, doi:10.1289/EHP10947.

Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., … Sörlin S., 2015. *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, „Science", vol. 347(6223), 1259855, doi:10.1126/science.1259855.

Winfree R., Reilly J.R., Bartomeus I., Cariveau D.P., Williams N.M., Gibbs J., 2018. *Species turnover promotes the importance of bee diversity for crop pollination at regional scales*, „Science", vol. 359(6377), s. 791–793, doi:10.1126/science.aao2117.

Wraith J., Pickering C., 2019. *A continental scale analysis of threats to orchids*, „Biological Conservation", vol. 234(2), s. 7–17, doi:10.1016/j.biocon.2019.03.015.

Ewa Krogulec
Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii
ORCID: 0000-0002-2230-0720

Dorota Porowska
Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii
ORCID: 0000-0002-3684-4454



Zrównoważone gospodarowanie wodami w skali regionalnej i lokalnej

1. Wstęp

W 2015 r. na Szczycie Zrównoważonego Rozwoju ponad 150 światowych przywódców przyjęło Agendę na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, zawierającą 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju i 169 zadań. Cel 6 to zapewnienie wszystkim ludziom dostępu do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi.

Zarządzanie zasobami wodnymi, aby zapewnić realizację Celu 6, powinno uwzględniać zasadę zrównoważonego rozwoju. Zasoby wodne uznaje się za odnawialne, jednakże niekontrolowana eksploatacja mogłaby doprowadzić do zagrożenia w zakresie ich ilości oraz jakości. W zrównoważonym gospodarowaniu wodami aspekty ilościowy i jakościowy mają równorzędne znaczenie i dotyczą zarówno wód podziemnych, jak i powierzchniowych. W takim ujęciu zrównoważone gospodarowanie wodą, uwzględniające ochronę ilościową i jakościową, wymaga zintegrowanych działań na różnych płaszczyznach, które w odpowiedni sposób pokierowane doprowadzą do zaspokojenia potrzeb wodnych wszystkich użytkowników, w tym odbiorców prywatnych i przemysłu.

Zrównoważone gospodarowanie wodami powinno opierać się na racjonalnym i całościowym zarządzaniu zasobami wód powierzchniowych i podziemnych z uwzględnieniem potrzeb użytkowników prywatnych oraz sektora gospodarczego (przemysłu i rolnictwa), z jednoczesnym poszanowaniem aspektów środowiskowych odnoszących się do ochrony ilościowej i jakościowej wód. Europejska polityka wodna koncentruje się na ochronie

wód śródlądowych i morskich oraz zasobów wód podziemnych i ekosystemów przed degradacją ilościową i jakościową. Ze względu na transgraniczną rozciągłość struktur hydrogeologicznych, w których występują wody podziemne, ważnym aspektem w gospodarowaniu wodą jest współpraca na granicy jednostek administracyjnych: gmin, powiatów, województw i państw. Dotyczy to zarówno wód powierzchniowych płynących w strefach granicznych, jak i wód podziemnych. Jest wiele projektów potwierdzających owocną współpracę transgraniczną. Jednym z przykładów są polsko-niemieckie badania (projekt NEYMO) Nysy Łużyckiej (https://neymo.imgw.pl/). W ostatnich latach źródłem informacji uzupełniającej pomiary sieci monitoringu naziemnego jest teledetekcja satelitarna, która zapewnia dane wykorzystywane do szacowania: wielkości parowania, wskaźników roślinności, poziomu wód podziemnych, stopnia uwilgotnienia gleby, zasięgu pokrywy śnieżnej oraz jakości wody w połączeniu z informacjami fizjograficznymi o pokryciu terenu, topografii obszaru, glebach itp.

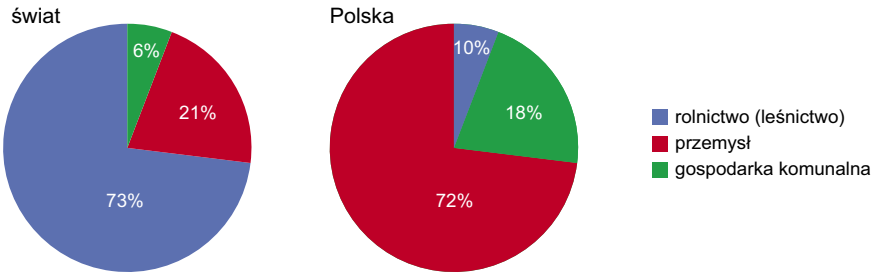
Obecnie wykorzystywane jest około 0,08% światowych zasobów wody słodkiej, a mimo to są jej niedobory, które wynikają z nierównomiernego rozmieszczenia tych zasobów. Problem niedoboru wody dotyczy stref zwrotnikowych, podzwrotnikowych, a także stref występowania klimatu podrównikowego suchego oraz wewnątrz kontynentów. Wynika to z niskich sum opadów lub opadów sezonowych przy wysokich temperaturach sprzyjających parowaniu. Jeśli do wymienionych czynników kształtujących zasoby wodne zostanie dodany kolejny czynnik naturalny, jakim jest nierównomierne występowanie zasobów wodnych, oraz czynniki antropogeniczne, takie jak zanieczyszczenia dyskwalifikujące użycie wody oraz systematyczny wzrost populacji ludności w krajach rozwijających się, wiążący się ze zwiększonym zapotrzebowaniem na wodę, to w konsekwencji w niektórych rejonach świata coraz dotkliwiej może być odczuwany deficyt wody.

Jednym ze sposobów zmniejszenia deficytu wodnego jest transfer wody siecią kanałów z rejonów zasobnych w wodę do miejsc, gdzie odczuwalny jest jej niedobór. Korzystając z tego sposobu, Chiny dostarczają wodę do północnej, gospodarczo rozwiniętej części kraju, w tym również do Pekinu, z rzeki Jangcy i jej dopływów. Ze względu na rozległy rozmiar inwestycji, zmierzającej do połączenia dorzecza Jangcy, Rzeki Żółtej oraz rzek Hai i Huai, projekt został oceniony jako największe przedsięwzięcie hydrotechniczne nie tylko w Chinach, ale i na świecie.

Innym sposobem na pozyskanie wody słodkiej jest odsalanie słonej wody morskiej na potrzeby nawadniania pół uprawnych lub do celów pitnych. Nie jest to powszechnie stosowany sposób pozyskiwania wody do celów użytkowych ze względu na skomplikowane i związane z wysokim poborem energii technologie odsalania i oczyszczania, które przez to są kosztowne. Największe na świecie zakłady odsalające znajdują się w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Z technologii odsalania wody korzystają także Arabia Saudyjska, Karaiby i Izrael. Metoda zaczyna być również stosowana w USA, Chinach, Singapurze, Hiszpanii i Australii. Odsalanie jako metoda uzyskiwania wody pitnej jest również wykorzystywane przez jednostki pływające.

2. Pobór wody i jej wykorzystanie w różnych celach

Na świecie główne zapotrzebowanie na wodę jest związane z rolnictwem (73%), natomiast w Polsce – z przemysłem (72%) (ryc. 1).

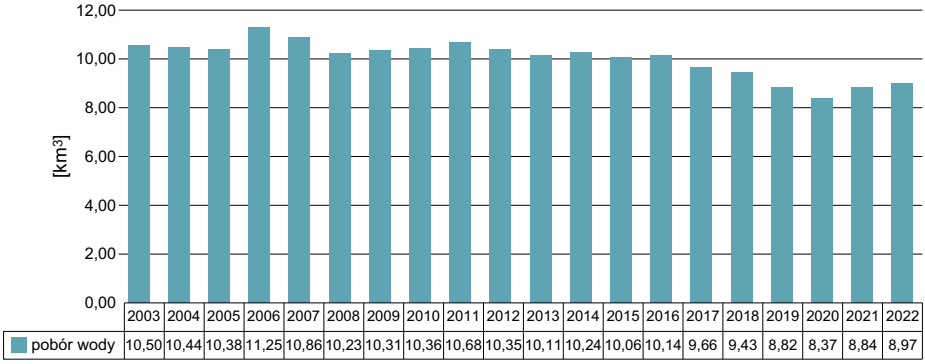


Rycina 1. Wykorzystanie wody na świecie i w Polsce
Źródło: GUS, 2020.

Największy pobór wody w Polsce do celów przemysłowych notowany był w latach 80. i 90. XX w. Od czasu zmian systemu gospodarczego, który nastąpił w latach 90., obserwowane jest systematyczne zmniejszanie poboru wody. Początkowo wynikało to z zakończenia działalności przez wiele zakładów przemysłowych oraz wprowadzenia przez pozostałe technologii oszczędzających wodę, a obecnie jest to efekt stosowania odpowiednich technologii oraz wiedza i troska o zasoby wodne. W tym czasie zaobserwowano również zmniejszenie zużycia wody do celów komunalnych, co w znacznym stopniu wynikało z wprowadzenia pomiarów zużycia wody

przez indywidualnych odbiorców oraz ze wzrostu cen wody i odprowadzenia ścieków bytowych, powiązanych kosztami z zużyciem wody.

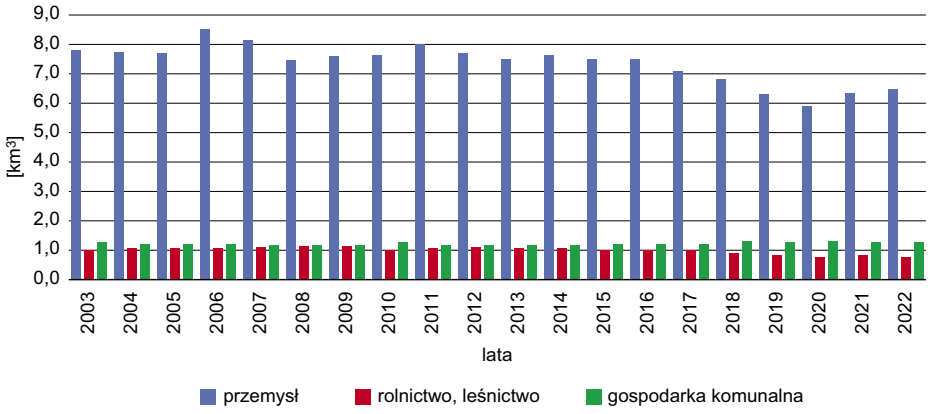
W dwudziestoleciu 2003–2022 pobór wody zmieniał się w niewielkim stopniu, wykazując nieznaczną tendencję spadkową od 2006 r. do 2020 r., a następnie nieznaczny wzrost, sięgający w 2022 r. prawie 9 km^3 (ryc. 2).



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
pobór wody	10,50	10,44	10,38	11,25	10,86	10,23	10,31	10,36	10,68	10,35	10,11	10,24	10,06	10,14	9,66	9,43	8,82	8,37	8,84	8,97

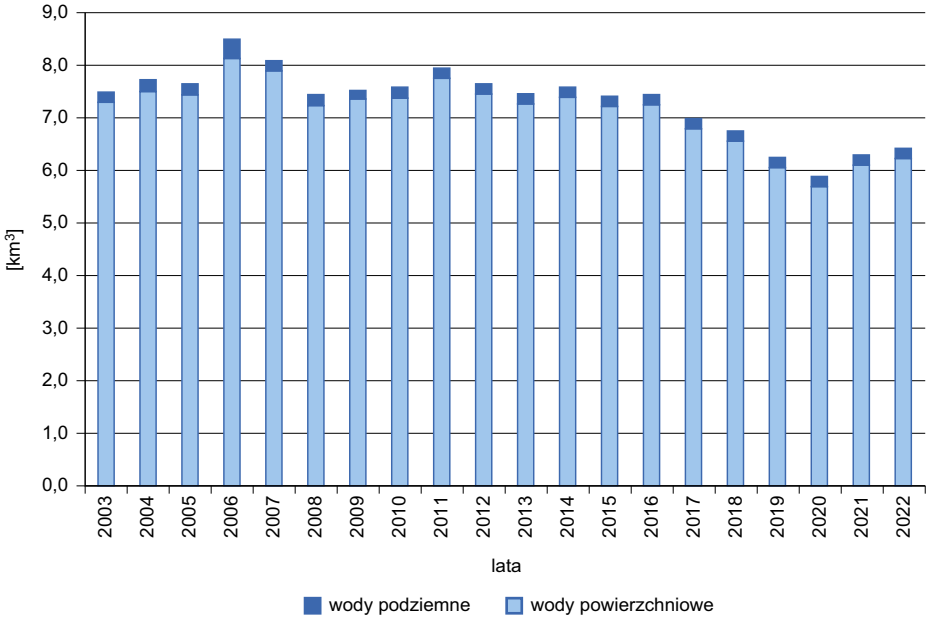
Rycina 2. Pobór wody w Polsce
Źródło: GUS, [2024a].

Tendencje zmian poboru wody wynikają przede wszystkim ze zróżnicowania poboru wody do celów przemysłowych (ryc. 3). Różnica między najwyższym zużyciem wody w przemyśle w 2006 r. (8,56 km^3) i najniższym w 2020 r. (5,93 km^3) przekraczała 2,6 km^3, co jest znacząco wysoką wartością, która pozwala na pokrycie łącznie rocznego zapotrzebowania na wodę zużywaną do celów rolniczych, leśnych i komunalnych.



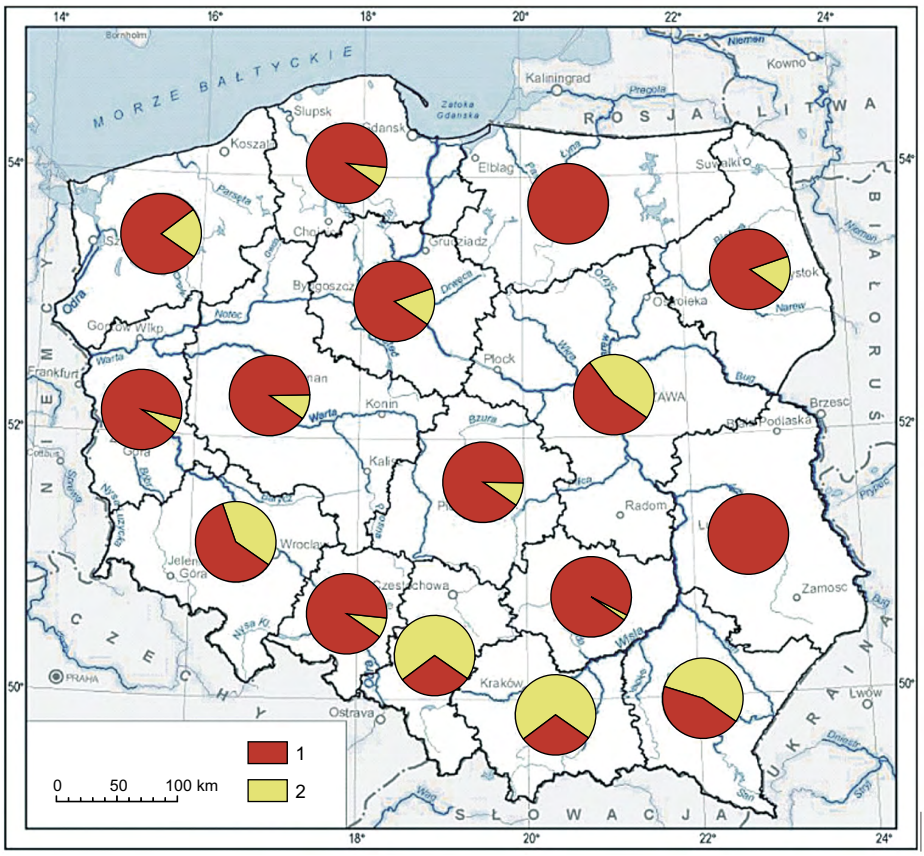
Rycina 3. Zróżnicowanie poboru wody w Polsce
Źródło: GUS, [2024a].

Na potrzeby związane z działalnością przemysłową wykorzystywane są w zdecydowanej przewadze wody powierzchniowe (ryc. 4). W 2022 r. pobór wód powierzchniowych przekroczył 6 km^3, podczas gdy wody podziemne stanowiły tylko 0,2 km^3, tj. 3,5%. W całym analizowanym okresie udział wód podziemnych był niski w zaopatrzeniu przemysłu w wodę i stanowił od 2,6% (w 2011 r.) do 4,6% (w 2006 r.).



Rycina 4. Pobór wód powierzchniowych i podziemnych do celów przemysłowych
Źródło: GUS, [2024a].

W latach 80. i 90. pobór z wód podziemnych i powierzchniowych do spożycia i celów bytowych był prawie sobie równy i wynosił po około 50%. Obecnie częściej ujmowane są wody podziemne, które pokrywają około 70% zapotrzebowania na wodę. Mimo przeważającego wykorzystania wód podziemnych są ujęcia komunalne bazujące na wodach powierzchniowych. W skali kraju zaznacza się pewne zróżnicowanie co do rodzaju ujmowanych wód. Wody powierzchniowe stanowią przewagę w komunalnym zaopatrzeniu mieszkańców nad wodami podziemnymi w południowej części kraju (ryc. 5), co wynika z czynników przyrodniczych (zasobność w wodę powierzchniową dobrej jakości i ograniczenia wynikające z warunków hydrogeologicznych), technicznych (możliwości techniczne budowy ujęcia i przesyłu wody) i ekonomicznych (kalkulacja kosztów).



Rycina 5. Średni roczny pobór wody pitnej z wód podziemnych i powierzchniowych w poszczególnych województwach: 1 – wody podziemne, 2 – wody powierzchniowe
Źródło: Frankowski, Gałkowski i Mitręga, 2009.

W przypadku dużych miast, zlokalizowanych w różnych częściach kraju, w których zapotrzebowanie na wodę jest wysokie, istnieje nie tylko konieczność pozyskania wody z ujęć wód podziemnych położonych w różnych lokalizacjach, lecz także konieczne jest uwzględnienie wód powierzchniowych w zaopatrzeniu mieszkańców w wodę. Warszawa jest jednym z miast, w którym 96% wód eksploatowanych przez wodociągi pochodzi z ujęć powierzchniowych (infiltracyjnych), zaledwie 4% stanowią wody podziemne (MPWiK, 2021). Kolejnym przykładem jest Kraków (55% wody na potrzeby miasta pochodzi ze zbiornika na Rabie w Dobczycach, ponadto woda pochodzi z rzek: Sanki, Dłubni i Rudawy), Szczecin (ujęcia Miedwie, Pomorzany bazujące na wodach z jeziora Miedwie i z Kanału Kurowskiego

oraz cztery ujęcia wód podziemnych), Bydgoszcz (ujęcie Czyżkówko, gdzie pobierana jest woda z Brdy, i ujęcie wód podziemnych Las Gdański), Toruń (ujęcie Lubicz nad Drwęcą, jedno z czterech zaopatrujących miasto w wodę), Wrocław (prawie w 100% woda ujmowana jest z rzeki Oławy, zasilanej dodatkowo wodą z rzeki Nysy Kłodzkiej), Rzeszów (zaopatrywany z ujęcia powierzchniowego brzegowego na Wisłoku), Jarosław (ujmowanie wody powierzchniowej z rzeki San). Do 2004 r. również ludność Łodzi zaopatrywana była w wodę z ujęcia powierzchniowego z Zalewu Sulejowskiego, obecnie jego funkcję przejęło ujęcie wód podziemnych bazujące na 60 studniach wierconych, ujmujących wody pięter czwartorzędowego i kredowego.

Wiele miast korzysta wyłącznie z ujęć wód podziemnych do zaopatrzenia ludności w wodę i do nich należą m.in.: Lublin, Zamość, Olsztyn, Piła, Włocławek, Ostrołęka. Duży udział w poborze wód podziemnych stanowią także indywidualni użytkownicy posiadający prywatne studnie i czerpiący z nich na zasadzie zwykłego korzystania.

W tej sytuacji ocena rzeczywistego poboru wód podziemnych w Polsce staje się trudna. Wynika to z faktu, że zgodnie z obowiązującym prawem wodnym (Ustawa z 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne) część wód, która podlega zwykłemu korzystaniu z wód (czyli wykorzystywana jest przez właściciela na potrzeby gospodarstwa domowego lub rolnego i wielkość poboru nie przekracza $5m^3/d$), nie podlega ewidencji. Drugą przyczyną wpływającą na trudności w ocenie rzeczywistego poboru wód podziemnych jest pobór nieopomiarowany w ramach pozaprawnego korzystania z wód. Szacuje się, że pobór nieopomiarowany łącznie może sięgać nawet 30% poboru rejestrowanego.

W eksploatacji wód podziemnych należy uwzględnić również ilość wody pobieranej na potrzeby odwodnienia kopalń i obiektów budowlanych w celu prowadzenia działalności i odpowiedniego funkcjonowania. W ostatnich latach wielkość odwodnień kształtowała się na poziomie około 0,8 km^3 (PIG–PIB, 2024a). Jest to istotna składowa bilansu wód podziemnych, która będzie miała znaczenie również po zaprzestaniu działalności górniczej. Wynika to z konieczności utrzymania odwodnień niektórych obiektów w celu zapobieżenia niestabilności gruntów powodującej osuwiska i osiadanie terenu.

Korzystnym aspektem związanym z koniecznością prowadzenia odwodnień jest możliwość wykorzystania tych wód. Woda pochodząca z odwodnień, w zależności od jakości, może być użyta do produkcji bądź zostać

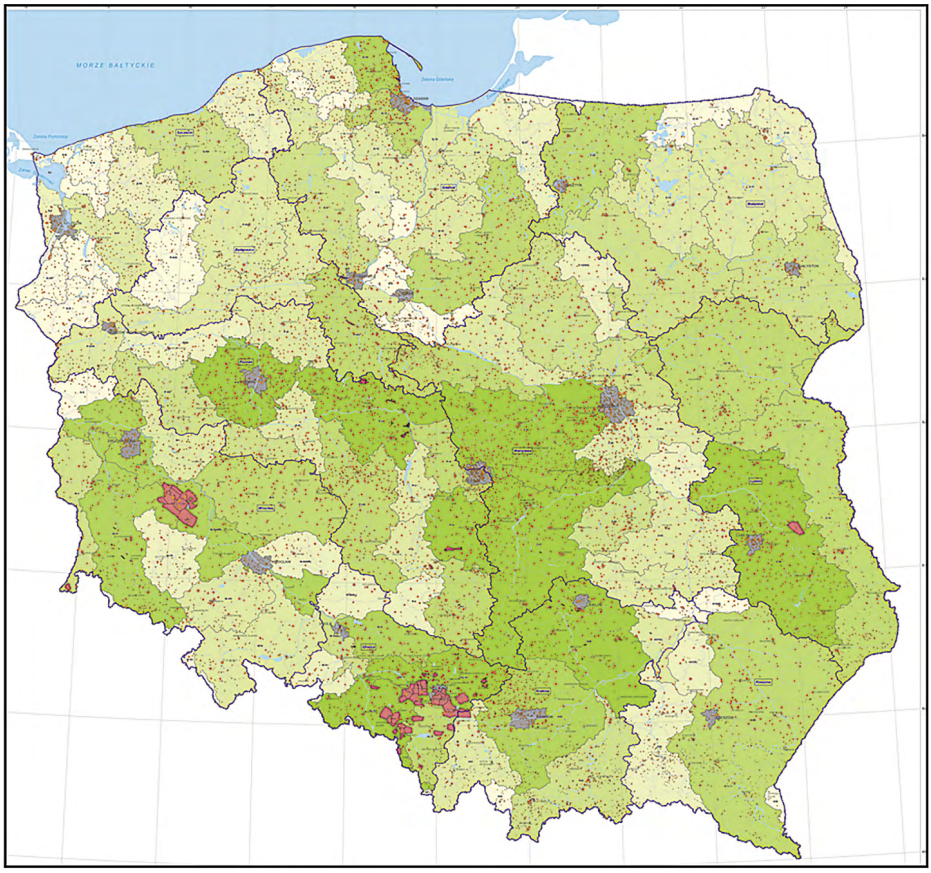
sprzedana innym podmiotom. Około 0,5% pozyskanych w ten sposób wód wykorzystuje się w przemyśle i około 1% w celach komunalnych. Przykładem takiej działalności jest współpraca odkrywkowej kopalni kredy Cementowni Chełm, która prowadzi odwodnienie złoża na potrzeby eksploatacji oraz wodociągów miejskich w Chełmie, które w ten sposób pozyskują wodę dla mieszkańców. Na terenie kopalni kredy zlokalizowane jest ujęcie „Bariera", które odwadnia obiekt za pomocą 15 studni o głębokości 100 m i dostarcza wodę do sieci wodociągowej, zaopatrującej wschodnią i południową część miasta (MPGK, Chełm, [2024]). Jakość ujmowanej wody jest na tyle wysoka, że spełnia kryteria stawiane wodom przeznaczonym do spożycia bez uzdatniania.

W innych rejonach podjęto również próby wykorzystania wód lub ich potencjału wynikającego z wysokiej mineralizacji wody. Rozpoczęto badania nad uzdatnieniem wód pochodzących z odwadniania śląskich kopalń do jakości wód pitnych w celu zaopatrzenia ludności w wodę (Olejniczak, 2023).

W inny sposób została zagospodarowana wysoko zmineralizowana woda pochodząca z odwadniania kopalni Budryk. Częściowo wykorzystywana jest w procesach technologicznych, zaś z prawie 1,5 mln m^3 zasolonych wód produkowana jest wysokogatunkowa sól spożywcza, dzięki unikatowej instalacji w Zakładzie Odsalania w Czerwionce-Leszczynach. W 2022 r. produkcja soli wyniosła około 67 tys. ton (JSW, 2023).

Pobór wód podziemnych (uwzględniający również odwodnienia) jest nierównomiernie, mozaikowo rozmieszczony na terenie kraju (ryc. 6), uzależniony jest od zapotrzebowania na cele komunalne i rolnicze oraz konieczność prowadzenia odwodnień w kopalniach. Obszary o najwyższym poborze – przekraczającym rocznie 50 tys. m^3 – zasadniczo znajdują się w centralnej części, natomiast najniższy pobór wód, sięgający poniżej 5 tys. m^3, jest odnotowywany w północno-zachodniej części Polski. Wykorzystanie zasobów wód podziemnych sięga 22%, co oznacza, że pozostaje znaczna rezerwa wód podziemnych do wykorzystania (Seliga-Piórkowska, 2022). Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych definiowane są jako ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z obszaru bilansowego w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód (Herbich i in., [2024]). W 2023 r. zasoby dyspozycyjne zostały oszacowane na 34 mln m^3/dobę.

Z przestrzennego rozkładu wynika znaczne zróżnicowanie zasobów dyspozycyjnych (lokalnie perspektywicznych) (ryc. 7).



Rycina 6. Pobór wód podziemnych wraz z odwodnieniami w obszarach bilansowych
Źródło: PIG–PIB, 2024c.



Moduł sumy zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych w obszarze bilansowym ($m^3/24h/km^2$)

< 100

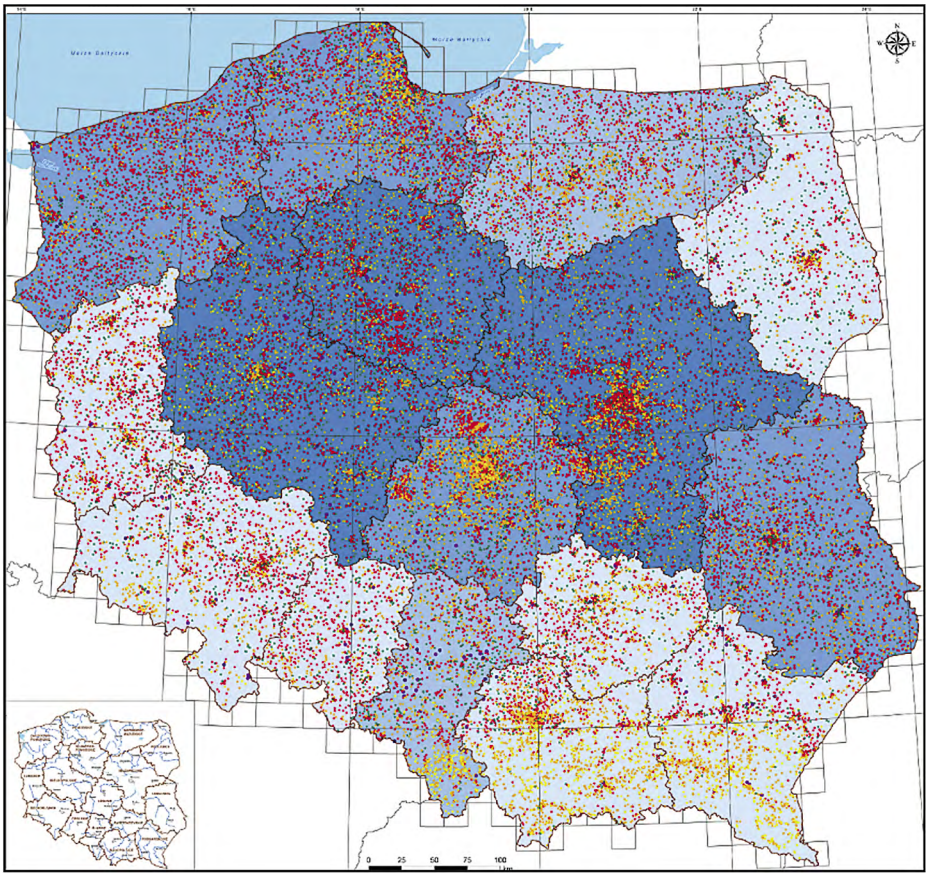
100 – 200

200 – 300

> 300

Rycina 7. Zasoby dyspozycyjne (lokalnie perspektywiczne) w obszarach bilansowych wód podziemnych (stan na 2023 r.)
Źródło: Przytuła i Mordzonek [2024].

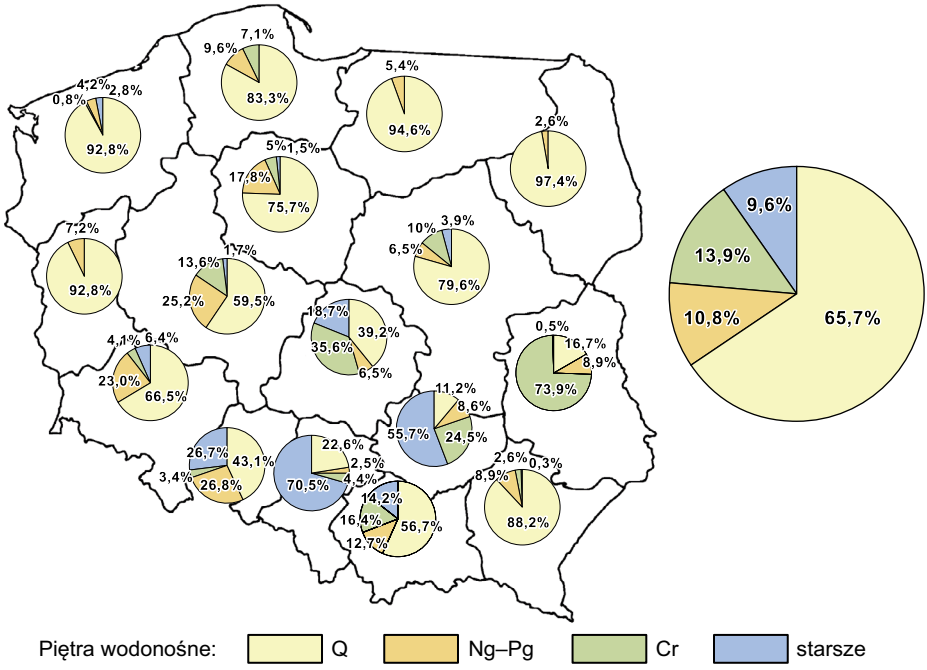
Zasoby eksploatacyjne, rozumiane jako ilość wód podziemnych możliwych do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska (§ 2 ust. 4 pkt 2 rozpo-



Rycina 8. Zasoby eksploatacyjne Polski (stan na 2022 r.)
Źródło: PSH, 2023.

rządzenia Ministra Środowiska z 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej), wykazują zróżnicowanie zarówno pod względem lokalizacji na terenie kraju (ryc. 8), jak i stratygrafii utworów wodonośnych (ryc. 9).

Najwyższe zasoby eksploatacyjne są charakterystyczne dla centralnej części Polski i obejmują województwa mazowieckie, kujawsko-pomorskie i wielkopolskie. W tych województwach w zdecydowanej przewadze eksploatowane są wody piętra czwartorzędowego. W województwie wielkopolskim przewaga ta osiąga niemal 60%, natomiast w mazowieckim wzrasta prawie do 90% (ryc. 9).



Rycina 9. Zasoby eksploatacyjne poszczególnych pięter wodonośnych
Źródło: Pergół i in., 2023.

Wielkość zasobów eksploatacyjnych w poszczególnych województwach jest zróżnicowana, w zależności od warunków hydrogeologicznych. Najwyższe zasoby eksploatacyjne dotyczą czwartorzędowego piętra wodonośnego (65,7%), zwłaszcza w północnej, centralnej i południowo-wschodniej części Polski. Jedynie na terenie województwa lubelskiego przewagę nad czwartorzędowym piętrem wodonośnym ma piętro kredowe, a w województwach śląskim i świętokrzyskim – piętra starsze od kredowych.

Ze względu na powolne tempo odnawialności zasobów wód podziemnych w obliczu postępujących zmian klimatycznych racjonalne korzystanie z wody jest konieczne. Jest to bardzo istotny element gospodarki wodnej, zwłaszcza w miastach, gdzie zapotrzebowanie na wodę jest duże, natomiast

odnawialność zasobów na skutek infiltracji wód opadowych jest ograniczona z wielu przyczyn, spośród których największe znaczenie mają nieprzepuszczalne dla wody podłoże i odpływ wód opadowych do kanalizacji. Uszczelnienie terenu w znacznym stopniu zmienia naturalny system krążenia wód podziemnych i prowadzi do zmniejszenia odnawialności zasobów. Obecność stref zabudowanych oraz zwiększanie powierzchni obszarów nieprzepuszczalnych kosztem terenów odkrytych i biologicznie czynnych znacząco wpływa na dynamikę spływów powierzchniowych oraz proces ich generowania (McGrane, 2016). W tej sytuacji woda opadowa nie jest wykorzystana przez roślinność, a tym bardziej nie zasila wód podziemnych. Kolejnym czynnikiem zmniejszającym odnawialność zasobów w obszarach miejskich (zwłaszcza w dużych miastach, gdzie tworzy się tzw. miejska wyspa ciepła) jest zwiększone parowanie. Na obszarach zurbanizowanych na wspomniane ograniczone zasilanie wód podziemnych infiltrującymi wodami opadowymi nakłada się zasilanie sztuczne pochodzące z uszkodzonych systemów wodociągowych i kanalizacyjnych oraz rozproszonych zrzutów ścieków (Kowalczyk, 2003).

Dodatkowo na lokalne zmiany związane z infrastrukturą miejską nakładają się postępujące globalne zmiany klimatu, objawiające się długotrwałymi okresami bezopadowymi prowadzącymi do suszy atmosferycznej



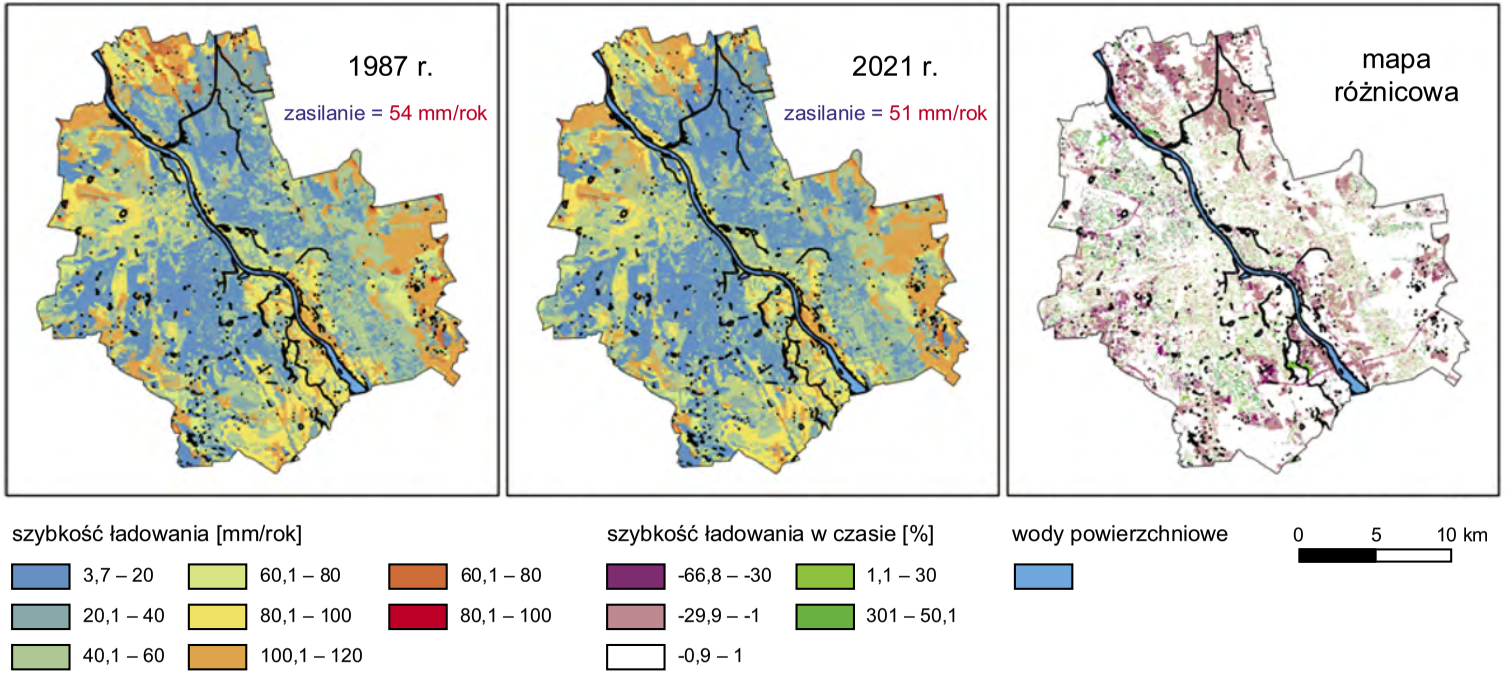
Fotografia 1. Infrastruktura sprzyjająca infiltracji wód opadowych na terenie miejskim

Źródło: zbiory własne Doroty Porowskiej.

lub intensywnymi opadami, które poprzez szybki odpływ przyczyniają się do słabej odnawialności zasobów wód podziemnych. Korzystnym rozwiązaniem zarówno w przypadku przeciwdziałania skutkom suszy, jak i powodzi byłoby zwiększenie retencji wód opadowych w miejscu, gdzie wystąpił opad, poprzez zmianę podłoża na bardziej przepuszczalne. Działania takie są coraz bardziej widoczne na obszarach miejskich (np. parkingi, torowiska tramwajowe z podłożem przepuszczalnym dla wód opadowych) (fot. 1). Na obszarach miejskich zasilanie i drenaż wód podziemnych są składowymi czynników naturalnych związanych z warunkami hydrogeologicznymi i klimatycznymi oraz czynników antropogenicznych wynikających z poboru wód podziemnych i zmian zagospodarowania terenu. Ze względu na skumulowane działanie wymienionych czynników ocena zasilania na obszarach zabudowanych jest trudnym zadaniem, które wymaga indywidualnego rozwiązania w każdym mieście. Podjęto próbę oceny zasilania przypowierzchniowego poziomu wodonośnego na terenie Warszawy w dwóch okresach: w 1987 i 2021 r. (Krogulec i in., 2022) (ryc. 10).

Z przeprowadzonych badań wynika, że sumaryczna wielkość zasilania infiltracyjnego w 1987 i 2021 r. nie uległa znacznej zmianie. W pierwszym okresie badawczym wynosiła 54 mm/rok, w drugim – 51 mm/rok (ryc. 10). Z przestrzennej analizy wynika, że w centralnej części Warszawy zasilanie nie przekracza 20 mm/rok, w prawobrzeżnej części miasta dominuje zasilanie między 40 a 60 mm/rok, natomiast na peryferiach jest ono najwyższe – sięga 100–120 mm/rok. Wyniki te ściśle korelują z zagospodarowaniem terenu.

W przypadku głębszych poziomów wodonośnych stopień wyeksploatowania lub odnawialności zasobów wodnych można ocenić, analizując położenie zwierciadła wody. Duży pobór wód podziemnych z utworów oligoceńskich w latach 70. i 80. XX w. spowodował powstanie rozległego leja depresji na terenie Warszawy. W okresie najintensywniejszej eksploatacji pobór wód sięgał od 40 tys. do 45 tys. m^3/d. Przemiany gospodarcze w kraju w latach 90., które doprowadziły do likwidacji wielu zakładów przemysłowych wykorzystujących wody podziemne, przyczyniły się do zmniejszenia poboru wód blisko do jednej trzeciej w stosunku do najintensywniejszej eksploatacji (średnio do ok. 15 tys. m^3/d). Od tego czasu obserwowana jest stopniowa odbudowa ciśnień piezometrycznych w poziomie oligoceńskim (Krogulec i in., 2022). Rzędna zwierciadła wody, która na początku lat 90. kształtowała się na poziomie 81 m n.p.m., obecnie przekracza wartość 90 m n.p.m.



Rycina 10. Ocena zasilania infiltracyjnego na terenie Warszawy

Źródło: Krogulec i in., 2022.

W ostatnich latach odbudowie ciśnień i odnawianiu zasobów wód podziemnych sprzyjają zmiany technologii na bardziej oszczędne w stosunku do wody oraz mniejsze zużycie również poprzez zastosowanie zamkniętego obiegu wody. Na terenie województwa mazowieckiego w 2022 r. spośród 238 zakładów zużywających wodę do produkcji 27% miało zamknięty obieg wody, który polega na tym, że woda używana w procesach produkcyjnych jest oczyszczana i ponownie wykorzystywana (Urząd Statystyczny w Warszawie, [2024]).

Właściwa gospodarka wodna oraz poprawa warunków retencji wody poprzez zapewnienie większej liczby terenów zielonych, zwiększenie wykorzystania wód opadowych do utrzymania zieleni oraz zastosowanie innowacyjnych rozwiązań zwiększających infiltrację wód opadowych zwiększają odnawialność zasobów płytko występujących wód podziemnych w strefach zwartej zabudowy. W przypadku głęboko występujących poziomów wodonośnych, w których odnowienie zasobów zachodzi w dłuższym czasie, duże znaczenie ma ograniczenie poboru wody.

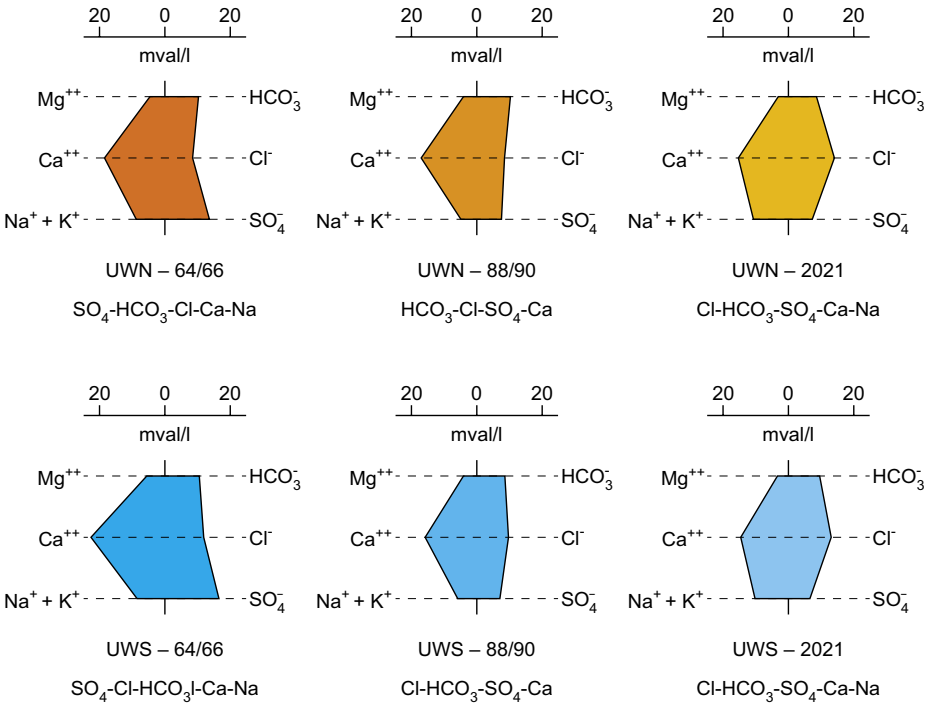
3. Jakość wody

Skład chemiczny wody podziemnej i jej jakość kształtowane są na skutek naturalnych procesów hydrogeochemicznych zachodzących w warstwie wodonośnej, lecz mogą być przekształcane na skutek czynników antropogenicznych. Rozpatrując chemizm wód podziemnych w skali regionalnej, można zauważyć, że w podziale na 174 jednolite części wód podziemnych tylko 10 z nich charakteryzuje się słabym stanem chemicznym, a w pozostałych przypadkach stan chemiczny jest dobry (Palak-Mazur i in., 2020; PIG–PIB, 2024b).

W skali lokalnej, oprócz zagrożenia ilościowego wód podziemnych spowodowanego nadmierną eksploatacją i odwodnieniami górniczymi, istnieje także zagrożenie pod względem jakości, ograniczające wykorzystanie wód. Problem ten dotyczy zarówno obszarów wiejskich, jak i miejskich. Na obszarach wiejskich najczęściej występującym zanieczyszczeniem wód podziemnych są wysokie koncentracje związków azotu (które wynikają z nadmiernego używania nawozów lub ich niewłaściwego składowania) oraz pestycydy (które są stosowane w celu ochrony upraw przed grzybami, chwastami i owadami). Kolejnym problemem są różnorodne pod względem składu i stężeń zanieczyszczenia wód (w tym bakteriolo-

giczne) wynikające z nieuregulowanej gospodarki wodno-ściekowej. Na obszarach tych często długość sieci wodociągowej znacznie przekracza długość sieci kanalizacyjnej, co powoduje wysokie zużycie wody i konieczność korzystania z szamb, które mogą stać się zagrożeniem dla środowiska gruntowo-wodnego.

Na terenie miejskim, oprócz zagrożenia ilościowego wód podziemnych wynikającego z dużego zapotrzebowania na wodę, istnieje także możliwość obniżenia jakości wody. Zmiany składu chemicznego płytkich wód podziemnych na obszarze Warszawy – związane z antropopresją – notowane są od wielu lat (Pich i Płochniewski, 1968; Chrzanowski, Łodziński i Płochniewski, 1972; Macioszczyk, Grochowski i Porębska, 1991; Kuźawa i Gutry-Korycka, 2003). Najdłużej trwające oddziaływanie presji miejskiej na wody podziemne ma miejsce w najstarszej części stolicy, co szczególnie widoczne jest w przekształceniach chemizmu wód samoczynnie wypływających źródeł u podnóża skarpy wysoczyzny w Parku Kazimierzowskim w okolicy Uniwersytetu Warszawskiego (ryc. 11).



Rycina 11. Zmiany składu chemicznego wód ze źródeł uniwersyteckich w czasie (UWN – źródło północne, UWS – źródło południowe)

Źródło: Krogulec i in., 2022.

Wielojonowość wód źródlanych, udział siarczanów, chlorków i sodu w typie hydrochemicznym wody, dominacja jonu chlorkowego lub siarczanowego jednoznacznie wskazują na silne przekształcenia antropogeniczne tych wód.

4. Przyczyny zmian ilościowych i jakościowych wód podziemnych na obszarach miejskich

Przyczyny zmian wydajności i chemizmu wód źródlanych nie ograniczają się jedynie do przekształceń antropogenicznych w miejscu wypływu źródła. Obszar zasilania źródeł obejmuje część wysoczyzny warszawskiej o najstarszej i najgęstszej zabudowie miejskiej w stolicy, przy czym oszacowanie wielkości tego zasilania jest utrudnione ze względu na ograniczoną naturalną infiltrację opadów przez uszczelnione powierzchnie ulic oraz nieznaną składową pochodzącą z nieszczelności sieci wodociągowo-kanalizacyjnej i ciepłowniczej.

Komplikuje to precyzyjne rozpoznanie i tak już naturalnie złożonego systemu krążenia wód podziemnych z silnie zróżnicowanym glacitektonicznie stropem utworów plioceńskich, którego wypiętrzenia stanowią naturalne bariery w przepływie wód podziemnych w kierunku głównej bazy drenażu, jaką jest dolina Wisły. Na zmienność wynikającą z naturalnych uwarunkowań (przestrzenne zróżnicowanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych) nakładają się czynniki antropogeniczne (uszczelnienie powierzchni terenu związane z zabudową miasta, powstawanie nasypów, tuneli, głęboko posadowionych parkingów podziemnych), które zmieniają nie tylko pierwotną rzeźbę terenu, ale często również układ sieci hydrograficznej. W Warszawie znaczna ingerencja w morfologię terenu dotyczy skarpy wysoczyzny, tzw. skarpy warszawskiej, na prawie całym odcinku jej przebiegu, poprzez składowanie odpadów komunalnych od XVI w. (nawet 11 wyróżnionych warstw) czy gruzu powstałego w czasie II wojny światowej.

Różnorodność warunków hydrogeologicznych w skali kraju sprawia, że inne przyczyny konieczności ograniczenia wielkości poboru wód podziemnych istnieją w strefach nadmorskich. Przykładem takich ograniczeń jest zmniejszenie pod koniec lat 90. XX w. prawie o połowę poboru wód podziemnych na potrzeby komunalne dla Gdańska ze względu na przeobrażenia składu chemicznego wody na skutek ingresji zasolonych wód

morskich. Maksimum eksploatacji wód podziemnych piętra czwartorzędowego, wynoszące 100 000 m^3/d, przypadało na lata 1980–1985, natomiast w kolejnym dziesięcioleciu zostało ograniczone do 40 000–50 000 m^3/d, co doprowadziło do poprawy jakości wód podziemnych przejawiającej się niższymi koncentracjami chlorków (Paczyński, Sadurski, red., 2007).

Rozpatrując zagrożenia dla ilości i jakości zasobów wodnych na terenie miast, należy również uwzględnić procesy i zjawiska związane ze zmianami klimatu. Problem ten został zauważony w kontekście konieczności nowelizacji aktów prawnych. Projekt ustawy o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej (Sejm RP X kadencji, druk sejmowy nr 813 z 14 listopada 2024 r.) dotyczy m.in. określenia definicji miejskiego oraz ponadlokalnego planu adaptacji do zmian klimatu, które dla miast z liczbą ludności powyżej 20 tys. będą obligatoryjne. Miejski plan adaptacji do zmian klimatu (MPA) będzie dokumentem strategicznym, w którym dane dotyczące stanu środowiska wodnego stanowić będą kluczowy element. Badania hydrogeologiczne stają się zatem podstawą do interdyscyplinarnego podejścia badawczego i integracji z metodami badań geofizycznych, hydrologicznych, chemicznych, a także teledetekcją i fotogrametrią (wysokorozdzielczą analizą przestrzenną danych satelitarnych i radarowych obszarów miejskich).

Coraz bardziej realnym zagrożeniem dla jakości wód podziemnych są zanieczyszczenia mikro- i nanoplastikiem (polipropylen, polietylen i polistyren), syntetycznie wytworzonymi związkami organicznymi (*emerging organic contaminats*), do których zaliczają się między innymi farmaceutyki (Juliano i Magrini, 2017; Xu i in., 2020; Madikizela i Ncube, 2021; Arienzo i Donadio, 2023; Lee i in., 2024), które często w niezamierzony sposób trafiają do wód powierzchniowych i gleb, skąd migrują do wód podziemnych. Jest wiele możliwości zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego tymi składnikami. Zanieczyszczenia mikro- i nanoplastikiem dotyczą głównie wód powierzchniowych, do których tworzywa sztuczne docierają z łatwością. Ze względu na to, że plastik pod różnymi postaciami towarzyszy człowiekowi w życiu codziennym, jego obecność jest stwierdzana we wszystkich elementach środowiska: w wodzie powierzchniowej i podziemnej, w osadach dennych, w glebie. Jedną z możliwości zanieczyszczenia wód farmaceutykami jest odprowadzanie do oczyszczalni komunalnych ścieków zawierających metabolity środków farmaceutycznych lub niewłaściwa utylizacja (wyrzucanie do zlewu lub toalety) niewykorzystanych środków farmaceutycznych. Na obszarach wiejskich rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń

może być następstwem używania obornika zwierząt gospodarskich wypasanych paszą z dodatkiem farmaceutyków. Leki stanowią duże obciążenie dla środowiska, ponieważ ze względu na wysoką trwałość chemiczną oraz powolny proces rozkładu podlegają akumulacji.

Lokalne zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego może być spowodowane wpływem składowisk odpadów, zwłaszcza powstałych w latach 70. i 80. XX w., bez uprzedniego przygotowania podłoża, co sprawia, że mimo przeprowadzonej rekultywacji pozostaje negatywne oddziaływanie na wody podziemne. Składowanie niesegregowanych, często niebezpiecznych odpadów w miejscach do tego nieprzygotowanych, na „dzikich" składowiskach, może stwarzać znaczne zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego, tym bardziej że nie są to pojedyncze przypadki. W 2022 r. zlikwidowano w Polsce 10 714 nielegalnych obiektów, a 2217 pozostało (GUS, [2024b]).

5. Podsumowanie – propozycje racjonalnego gospodarowania wodą w skali regionalnej i lokalnej w celu ochrony ilościowej i jakościowej wód

Propozycje te można przedstawić w kilku punktach. Są to:

1. Całościowe zarządzanie wodami podziemnymi i powierzchniowymi.
2. Monitorowanie stanu ilościowego i jakościowego wód powierzchniowych i podziemnych.
3. Monitorowanie potencjalnych ognisk zanieczyszczeń w celu wczesnego ich wykrycia i ograniczenia ich negatywnego oddziaływania na wody podziemne.
4. Retencjonowanie wody powodujące złagodzenie negatywnych skutków suszy oraz powodzi.
5. Poprawa infrastruktury miejskiej w kierunku zwiększenia powierzchni obszarów sprzyjających infiltracji wód opadowych („rozszczelnienie" miast).
6. Promowanie wodooszczędnych technologii i obiegu zamkniętego wody w branży przemysłowej.
7. Współpraca między różnymi podmiotami korzystającymi z wód (wykorzystanie wód pochodzących z odwodnień).
8. Rozwijanie świadomości ekonomicznej i ekologicznej społeczeństwa w aspekcie gospodarowania wodą.

Bibliografia

Literatura

Arienzo M., Donadio C., 2023. *Microplastic–pharmaceuticals interaction in water systems*, „Journal of Marine Science and Engineering", vol. 11(7), 1437, https://doi.org/10.3390/jmse11071437.

Chrzanowski A., Łodziński S., Płochniewski Z., 1972. *Charakterystyka składu chemicznego i przydatności wód podziemnych na obszarze WZM*, „Z Badań Hydrogeologicznych w Polsce", t. II, s. 103–128. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

Frankowski Z., Gałkowski P., Mitręga J., 2009. *Struktura poboru wód podziemnych w Polsce*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Juliano C., Magrini G.A., 2017. *Cosmetic ingredients as emerging pollutants of environmental and health concern. A mini-review*, „Cosmetics", vol. 4(2), 11, https://doi.org/10.3390/cosmetics4020011.

Kowalczyk A., 2003. *Formation of groundwater resources in carbonate aquifers of the Silesian-Cracow Triassic under a human impact*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.

Krogulec E., Gruszczyński T., Kowalczyk S., Małecki J.J., Mieszkowski R., Porowska D., … Zaszewski D., 2022. *Causes of groundwater level and chemistry changes in an urban area; a case study of Warsaw, Poland*, „Acta Geologica Polonica", vol. 72(4), s. 495–517.

Kużawa R., Gutry-Korycka M., 2003. *Źródła Skarpy Warszawskiej*, „Prace i Studia Geograficzne", nr 31, s. 257–278.

Lee J.Y., Cha J., Ha K., Viaroli S., 2024. *Microplastic pollution in groundwater: A systematic review*, „Environmental Pollutants and Bioavailability", vol. 36(1), https://doi.org/10.1080/26395940.2023.2299545.

Macioszczyk A., Grochowski D., Porębska G., 1991. *Zanieczyszczenia antropogeniczne wód w źródłach lewobrzeżnej Warszawy*, w: *Współczesne problemy hydrogeologii. V Ogólnopolskie Sympozjum, Warszawa–Jachranka*, t. 48, PIG, Warszawa.

Madikizela L.M., Ncube S., 2021. *Health effects and risks associated with the occurrence of pharmaceuticals and their metabolites in marine organisms and seafood*, „The Science of the Total Environment", vol. 837, 155780, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155780.

McGrane S.J., 2016. *Impacts of urbanisation on hydrologicaland water quality dynamics, and urban water management: A review*, „Hydrological Sciences Journal", vol. 61(13), s. 2295–2311, https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084.

Paczyński B., Sadurski A. (red.), 2007. *Hydrogeologia regionalna Polski*, t. 1: *Wody słodkie*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Palak-Mazur D., Stojek M., Kowalczyk A., Mikołajczyk A., Felter A., Piskorek K., … Woźnicka M., 2020, *Opracowanie oceny stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach. Raport PIG–PIB*, Warszawa.

Pich J., Płochniewski Z., 1968. *Chemizm wód ze źródeł występujących na obszarze Warszawy*, „Przegląd Geologiczny", nr 16, s. 511–517.

Xu S., Ma J., Ji R., Pan K., Miao A.J., 2020. *Microplastics in aquatic environments: Occurrence, accumulation, and biological effects*, „Science of the Total Environment", vol. 703, 134699, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134699.

Akty prawne

Ustawa z 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (tekst jedn. Dz.U. z 2024 r. poz. 1087 ze zm.).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. z 2016 r. poz. 2033).

Źródła internetowe

GUS, 2020. *Raport 2020. Polska na drodze zrównoważonego rozwoju, Cel 6. Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi*, https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel6.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

GUS, [2024a]. Baza Danych Lokalnych (BDL), https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start (dostęp: 10.05.2024 r.).

GUS, [2024b]. Baza Danych Lokalnych (BDL), Dane według dziedzin, https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/podgrup/tablica (dostęp: 10.05.2024 r.).

Herbich P., Leśniak P.M., Michalak J., Nowicki Z., Sadurski A., [2024]. *Leksykon PSH*, Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), https://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/baza-wiedzy-hydrogeologicznej/945-leksykon-psh/8853-w-z.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

JSW, 2023. *Jedyny w Polsce system odsalania wód kopalnianych*, 2023, Jastrzębska Spółka Węglowa, Jastrzębie-Zdrój, 23.06.2023 r., https://www.jsw.pl/biuro-prasowe/aktualnosci/artykul/jedyny-w-polsce-system-odsalania-wod-kopalnianych (dostęp: 10.05.2024 r.).

MPGK, Chełm, [2024]. *Skąd się bierze woda w kranie*, Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej, Chełm, https://mpgkchelm.pl/strefa-klienta/jakosc-wody/badania-wody?view=article&id=31:skad-bierze-sie-woda-w-kranie&catid=9 (dostęp: 10.05.2024 r.).

MPWiK, 2021. Raport z realizacji zadań, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Warszawie w liczbach, 23.06.2020 r., https://mpwik.com.pl/view/mpwik-w-liczbach&i=869 (dostęp: 15.05.2024 r.).

NEYMO, https://neymo.imgw.pl/ (dostęp: 10.05.2024 r.).

Olejniczak K., 2023. *Wody pokopalniane trafią do wodociągów? Jest taki pomysł, rozmowy trwają*, Portal samorządowy, 10.05.2023 r., https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/wody-pokopalniane-trafia-do-wodociagow-jest-taki-pomysl-rozmowy-trwaja,460448.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

Pergół S., Przybycin M., Regulska M., Wierzbicka K., 2023. *Bilans zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych w Polsce wg stanu na dzień 31 grudnia 2022 r.*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), Warszawa, https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/bilans-zasobow-eksploatacyjnych-podziemnych-polski/9992-bilans-zasobow-eksploatacyjnych-wod-podziemnych-polski-wg-stanu-na-dzien-31-grudnia-2022-r/file.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

PIG–PIB, 2024a. Materiały informacyjne służby geologicznej – Prawo wodne. Odwodnienia górnicze, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/sprawozdawczosc-gus-odwodnienia-gornicze-1.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

PIG–PIB, 2024b. Materiały informacyjne służby geologicznej – Prawo wodne. Stan środowiskowy wód podziemnych, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/stan-srodowiskowy-wod-podziemnych.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

PIG–PIB, 2024c. Pobór rejestrowany z ujęć wód podziemnych, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), https://www.pgi.gov.pl/psh/zadania-psh/12864-pobor-rejestrowany-wod-podziemnych.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

Przytuła E., Mordzonek G., [2024]. *Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB), https://www.pgi.gov.pl/psh/zadania-psh/8886-zadania-psh-zasoby-wod-podziemnych.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

PSH, 2023. Mapa zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych Polski. Stan na 31.12.2022 r., Państwowa Służba Hydrogeologiczna, Warszawa, https://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/najnowsze-publikacje/9991-mapa-zasobow-eksploatacyjnych-wod-podziemnych-w-polsce-wg-stanu-na-dzien-31-grudnia-2022-r/file.html (dostęp: 10.05.2024 r.).

Sejm RP X kadencji, druk sejmowy nr 813 z 14 listopada 2024 r. Rządowy projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw, https://www.sejm.gov.pl/sejm10.nsf/druk.xsp?nr=813 (dostęp: 10.02.2025 r.).

Seliga-Piórkowska A., 2022. Informacja o gospodarowaniu wodami w Polsce w latach 2020–2021, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 3.10.2022 r., https://www.senat.gov.pl/gfx/senat/userfiles/_public/k10/komisje/2022/ks/materialy/prezentacja_min-infrastruktury.pdf (dostęp: 10.05.2024 r.).

Urząd Statystyczny w Warszawie, [2024], Cele zrównoważonego rozwoju, 6. Czysta woda i warunki sanitarne, https://obserwujmazowsze.stat.gov.pl/cele-zrownowazonego-rozwoju/czysta-woda-i-warunki-sanitarne.php (dostęp: 10.05.2024 r.).

Dominika Szczepanik
Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
ORCID: 0000-0002-2933-2186

Iwona S. Stachlewska
Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki
ORCID: 0000-0002-3890-2953



Zmiany środowiskowo-klimatyczne: powietrze – człowiek

1. Co to jest zrównoważony rozwój?

Pojęcie zrównoważonego rozwoju (*sustainable development*) zostało wprowadzone w raporcie zatytułowanym *Nasza wspólna przyszłość*, wypracowanym pod egidą Światowej Komisji Środowiska i Rozwoju (World Commission on Environment and Development, WCED) przy Organizacji Narodów Zjednoczonych (UN, Sustainable Development…). Przewodniczącą komisji była ówczesna premier Norwegii – Gro Harlem Brundtland (stąd też potocznie Komisja nazwana była Komisją Brundtland). Po przeprowadzeniu analiz światowych tendencji wynikających z kurczenia się zasobów naturalnych planety autorzy raportu nawoływali do rozpoczęcia nowej ery **zrównoważonego rozwoju** (Brundtland, 1987). Pojęcie to zdefiniowano **jako proces dalszego rozwoju mającego na celu zaspokojenie teraźniejszych potrzeb, przy zapewnieniu możliwości ich zaspokojenia dla pokoleń przyszłych**.

Idea zrównoważonego rozwoju została dookreślona podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro odbywającego się w 1992 r. Uchwalona tam rezolucja, zwana Agendą 21, zawierała globalny, proekologiczny program działań na rzecz jakości życia przyszłych pokoleń. Podkreślano w niej konieczność przeciwdziałania kryzysowi ekologicznemu wynikającemu z globalizacji ekonomicznej, jednocześnie wskazując, że to człowiek pozostaje w centrum zainteresowania w opisywanym procesie zrównoważonego rozwoju (Robinson, red., 1993). Od tamtej pory idea ta stała się projektem ogólnoludzkiego rozwoju, obecnie zaś uważana jest za koncepcję, a nawet filozofię rozwoju.

W literaturze mamy do czynienia z mnogością różnorodnych definicji zrównoważonego rozwoju (autorzy analizują łącznie około stu takich definicji) (Kistowski, 2003). Może to wynikać m.in. z braku odpowiednika angielskiego słowa *sustainable* w języku polskim, w związku z czym używa się określeń o zbliżonym znaczeniu, takich jak „możliwy do utrzymania" czy „zdolny do trwania". Również przez to w polskich publikacjach pojawiają się takie wyrażenia, jak: rozwój zrównoważony i trwały, rozwój samopodtrzymujący, rozwój sustensywny (Janikowski, 2004). Mimo że pojęcie to weszło już na stałe do świata ekonomii, ekologii, biznesu i przedsiębiorczości, to przez tę mnogość definicji stało się ono hasłem wieloznacznym.

Aby w pełni zrozumieć koncepcję zrównoważonego rozwoju, najlepiej odwołać się do jej oryginalnej definicji zawartej w raporcie WCED. W książce *Rozwój zrównoważony wielkich miast w Polsce*, autorstwa Jacka Rudewicza (2019), w rozdziale poświęconym podstawom teoretycznych badań rozwoju zrównoważonego miast, autor podaje w 15 punktach koncepcję zrównoważonego rozwoju według Brundtland. Z punktu widzenia zmian środowiskowo-klimatycznych najważniejsze aspekty zostały zawarte w punktach 10–15, gdzie jest mowa o wpływie rozwoju na ekosystemy i o konieczności jego zmniejszenia, jak również o ochronie bioróżnorodności oraz ukierunkowaniu rozwoju na postęp technologiczny, tak by zmniejszyć eksploatację zasobów planety. Co więcej – w jednym z punktów podkreślono, że woda i powietrze (tzw. dobra wolne) są również traktowane jako zasoby, a zrównoważony rozwój wymaga redukcji do minimum niekorzystnych wpływów na jakość powietrza i czystość wód. Warto podkreślić, że taka definicja zrównoważonego rozwoju łączy się bezpośrednio z prawami człowieka, a dokładniej – z ich trzecią generacją, z której wynika m.in. prawo do czystego środowiska czy do rozwoju (Trzecia generacja praw człowieka…).

2. Zmiany klimatyczne

Klimat panujący na Ziemi zmienia się, a wraz z tym następuje wyraźna intensyfikacja ekstremalnych zjawisk pogodowych wstrząsających całym światem. Coraz częściej obserwujemy powodzie w Indiach o rosnącym natężeniu (Mishra i in., 2024), fale upałów i ekstremalnie wysokie temperatury w krajach Basenu Morza Śródziemnego (Zittis i in., 2022), jeszcze bardziej wyniszczające pożary trawiące Australię (Chester, 2020) czy lasy borealne w Kanadzie (MacCarthy i in., 2024). Modele zmian klimatu

wykazują, że obszar Morza Śródziemnego i Bliski Wschód ocieplają się prawie dwa razy szybciej niż średnia światowa i inne zamieszkane części świata (Zittis i in., 2022), przewidują również możliwość występowania śnieżyc o coraz większej intensywności na wschodnich obszarach Ameryki Północnej (Janoski i in., 2018). Chociaż zdarzenia te zdają się mieć lokalny charakter, to w rzeczywistości nie musi tak być, np. dym ze wspomnianych pożarów może przez wiele dni utrzymywać się w atmosferze i wraz z masami powietrza przemieszczać się w skali globu w wolnej troposferze (Janicka i in., 2023) i stratosferze (Baars i in., 2019).

Anomalie pogodowe, takie jak: wiosenne przymrozki, przedłużające się okresy susz, fale upałów czy gwałtowne burze obfitujące w opady, są zjawiskami, które z coraz większym natężeniem dotykają także Polskę, silnie wpływając m.in. na rolnictwo (Siwiec i in., 2019). Należy podkreślić, że zmiany klimatyczne – kojarzone przez ogół społeczeństwa głównie z intensyfikacją zjawisk pogodowych – w rzeczywistości zachodzą głównie w mniej spektakularny sposób. Przejawiają się poprzez zanik bądź przesuwanie się pór roku, przedłużające się okresy wiosenno-letnie i bardzo krótkie, stosunkowo ciepłe zimy (Saue i Käremaa, 2015; Wang i in., 2020; Kępińska-Kasprzak i Chmist-Sikorska, 2023), bądź przez wzrost temperatury i przedłużające się okresy suszy (Tang i in., 2024). Wynika to m.in. ze zmian cyrkulacji powietrza (Stachlewska, Zawadzka i Engelmann, 2017; Bešťáková i in., 2024), które z kolei obserwuje się np. poprzez coraz częstsze występowanie adwekcji gorących mas powietrza, niosących pył pustynny znad Sahary nad obszar Europy Środkowej i Środkowo-Wschodniej (Szczepanik i in., 2023; Janicka i in., 2017). Napływy te występują już nie tylko wiosną i latem, lecz także zimą, skutkując ekstremalnie wysokimi temperaturami powietrza, jak np. w lutym 2021 r., gdy w Warszawie odnotowano temperatury rzędu 17–19 °C (Szczepanik i in., 2022).

Opisane zjawiska i procesy są nie tylko dowodem zachodzących zmian klimatu, ale mają również ogromny wpływ na ich intensyfikację (Szczepanik i in., 2021). Zwiększająca się ilość dalekozasięgowych napływów aerozoli z innych regionów świata wpływa w sposób zarówno bezpośredni, jak i pośredni na obserwowany lokalnie klimat. Niezależnie od rodzaju aerozolu mamy do czynienia z jego wpływem na zmianę ilości promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi (efekt bezpośredni) (Markowicz i in., 2016). Znajdujące się w powietrzu drobiny zanieczyszczeń są również doskonałymi jądrami kondesacji dla pary wodnej, przez co wpływają na formowanie się chmur i w konsekwencji opadów

(efekt pośredni) (Stachlewska, Costa-Suros i Althausen, 2017; Panda, Sarkar i Giri, 2023).

Mimo rosnącego stanu wiedzy na temat istniejących sprzężeń zwrotnych (np. pył pustynny – klimat) (Kok i in., 2018) oraz własności optycznych i mikrofizycznych aerozolu wpływ jego obecności na zmiany klimatu nadal nie jest jednoznacznie określony (IPCC, 2021). Dlatego kluczowe jest prowadzenie ciągłych, długotrwałych pomiarów własności atmosfery, tak by śledzić trendy obserwowanych zmian. W tym celu powołano międzynarodowe infrastruktury badawcze, takie jak: **ACTRIS** (Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure, https://www.actris.eu/) – odpowiedzialną za badania własności aerozoli, chmur i gazów śladowych za pomocą najnowocześniejszych instrumentów badawczych, prowadzącą m.in. pomiary zdalne, np. z wykorzystaniem lidarów, radarów chmurowych, fotometrów słonecznych; **ICOS** (Integrated Carbon Observation System, https://www.icos-cp.eu/) – skupiającą się na precyzyjnych i długoterminowych obserwacjach cyklu węglowego i stężeń gazów cieplarnianych; **IAGOS** (In-service Aircraft for a Global Observing System, https://www.iagos.org/) – prowadzącą globalne obserwacje składu atmosfery za pomocą czujników montowanych na samolotach cywilnych. Co więcej – infrastruktury te połączyły swoje siły w ramach pilotażowego projektu **ATMO-ACCESS**[1] (https://www.atmo-access.eu/), którego głównym celem jest zdefiniowanie sposobów zapewnienia dostępu do istniejących i przyszłych infrastruktur badawczych w dziedzinie badań atmosferycznych. W ramach przynależności do ACTRIS ERIC (zalegalizowanego 25 kwietnia 2024 r., powstałego wspólnym wysiłkiem 17 krajów Unii Europejskiej) (Statut ACTRIS ERIC, 2023), państwa członkowskie uznają badania atmosfery i jakości powietrza za priorytet narodowy na co najmniej następne pięć lat. Polska jest członkiem-założycielem infrastruktury, a w skład konsorcjum ACTRIS Polska wchodzi kilka stacjonarnych platform obserwacyjnych posadowionych w kluczowych lokalizacjach geograficznych w kraju, takich jak: Warszawa i Strzyżów (platformy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego), Wrocław (Uniwersytet Wrocławski), Rzecin (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), Belsk i Racibórz (Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk) oraz mobilna platforma badawcza lotniczo-samochodowa (Uniwersytet Śląski w Katowicach). Obserwacje prowadzone na wspomnianych stacjach

[1] ATMO-ACCESS (nr grantu 10100800) finansowany przez Komisję Europejską w ramach programu badań naukowych i innowacji Horyzont 2020, H2020-INFRAIA-2020-1.

są wspierane przez pozostałych konsorcjantów (Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Polski Instytut Badawczy i Politechnikę Warszawską). Dynamiczny rozwój ACTRIS Polska został osiągnięty dzięki ogromnym nakładom finansowym poczynionym przez konsorcjantów w ramach pozyskanych grantów krajowych i europejskich oraz bezpośredniemu wsparciu Ministerstwa Edukacji i Szkolnictwa Wyższego.

Laboratorium Pomiarów Zdalnych Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (**RS Lab**, https://www.igf.fuw.edu.pl/pl/laboratories/laboratorium-pomiarow-zdalnych/) to stacja badawcza spełniająca najwyższe standardy ACTRIS, dostarczająca wysokiej jakości danych pomiarowych w ramach komponentów pomiarów zdalnych aerozoli atmosferycznych i chmur (odpowiednio Aerosol Remote Sensing – ARS i Cloud Remote Sensing – CRS). Stacja w czasie quasi-rzeczywistym dostarcza dane do ogólnodostępnych baz EARLINET-ACTRIS (https://data.earlinet.org/earlinet/; Pappalardo i in., 2014) i ACTRIS CLOUDNET (https://cloudnet.fmi.fi/; Illingworth i in., 2007), a także AERONET (https://aeronet.gsfc.nasa.gov/; Holben i in., 1998) i PNG (https://www.pandonia-global-network.org/; Swap i in., 2018). RS Lab prowadzi swą działalność od 2013 r., współpracując z różnymi ośrodkami badawczymi w Europie, oraz z sukcesami realizuje projekty badawcze (krajowe i europejskie), a także finansowane przez Europejską Agencję Kosmiczną (POLIMOS, MULTIPLY).

3. Jakość powietrza w Polsce

3.1. Zanieczyszczenia powietrza

Zgodnie z definicją podaną przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW–PIB) jakość powietrza to termin, który dotyczy składu chemicznego powietrza mierzonego około 2 m nad poziomem gruntu, z naciskiem na obecność w nim związków chemicznych szkodliwych dla ludzi, zwierząt i roślin. Wysokość, o której mowa, została wybrana ze względu na proces oddychania, podczas którego substancje zawieszone w powietrzu dostają się do górnych dróg oddechowych (System prognozowania…).

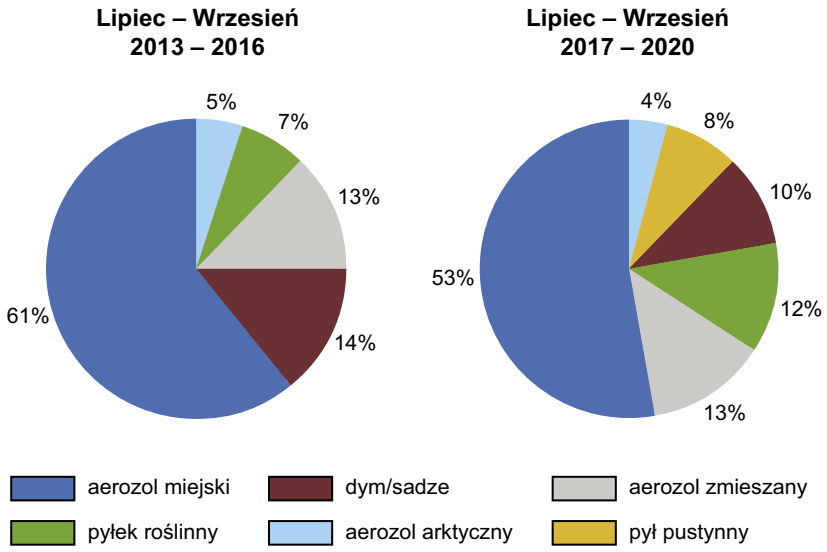
Wpływ na jakość powietrza mają w istotnej mierze pyłowe zanieczyszczenia powietrza (aerozole atmosferyczne), które można klasyfikować na wiele sposobów: w zależności od źródła ich pochodzenia – na antropogeniczne

i naturalne, a ze względu na sposób ich powstawania – na pierwotne i wtórne (Borowski i Malec, 2016). Do aerozoli naturalnych należy cała gama cząstek stałych, począwszy od geogenicznych pyłów mineralnych i podrywanych z przesuszonej powierzchni ziemi pyłów pustynnych, poprzez wyrzucane do atmosfery podczas erupcji pyły wulkaniczne, aerozol soli morskiej i aeroplankton, po produkty spalania biomasy, które powstały w wyniku niekontrolowanych pożarów lasów, torfowisk i traw, oraz obecny prawie cały rok aerozol biogeniczny, czyli pyłki roślin, zarodniki grzybów, bakterie i wirusy. Wśród aerozoli antropogenicznych znajdują się: zanieczyszczenia rolnicze, czyli pyły powstałe w wyniku uprawy gruntów, drobiny środków ochrony roślin, uwalniane nawozy sztuczne; aerozole komunikacyjne rozumiane jako spaliny samochodowe oraz drobiny pochodzące ze ścierania opon i klocków hamulcowych; zanieczyszczenia pochodzące z sektora ciepłowniczego i komunalnego czy z produkcji przemysłowej i energetyki węglowej. Należy pamiętać, że do grupy aerozoli antropogenicznych zalicza się także produkty spalania biomasy powstałe np. w wyniku celowego wypalania traw.

Ważną grupą zanieczyszczeń powietrza są tzw. zanieczyszczenia wtórne, czyli takie, które powstały w atmosferze np. w wyniku reakcji fotochemicznych. Związki te, powstając przy obecności promieniowania o określonej energii, są często znacznie bardziej szkodliwe niż związki pierwotne. Ich przykładami mogą być ozon (O_3) bądź powstałe w wyniku rozpadu dwutlenku azotu (NO_2) rodnik tlenowy (O) i tlenek azotu (NO) (Manahan, 2022). Co ciekawe, w pobliżu ruchliwych ulic stężenie ozonu jest mniejsze ze względu na jego reakcję z tlenkiem azotu ($NO+O_3 \rightarrow NO_2+O_2$), w związku z czym w centrach miast obserwuje się mniejsze stężenia ozonu niż na ich obrzeżach (Juda-Rezler, 2000).

Opisując czynniki wpływające na jakość powietrza, nie sposób pominąć dalekozasięgowy transport zanieczyszczeń, o którym wspomniano wcześniej. Zjawisko to w znaczny sposób wpływa na lokalnie panujące warunki meteorologiczne i środowiskowe. Naukowcy z RS Lab prowadzą m.in. takie badania. Zbadano własności atmosfery nad Polską podczas fali upałów obserwowanej we wrześniu 2016 r. w sytuacji występowania wyżu barycznego, sprzyjającego napływowi zanieczyszczonego powietrza z uprzemysłowionych terenów Europy Zachodniej. W ramach przeprowadzonych analiz stwierdzono, że napływ takiego powietrza silnie wpływa nie tylko na własności optyczne aerozolu w **warstwie granicznej**, czyli w warstwie powietrza zalegającej przy powierzchni ziemi, sięgającej do około 1–2 km n.p.g., lecz także na jej wysokość (Stachlewska, Zawadzka i Engelmann,

2017). Przeprowadzono również badania dotyczące modyfikacji własności optycznych atmosfery podczas intruzji aerozolu pochodzącego ze spalania biomasy na torfowiskach Europy Wschodniej do miejskiej warstwy granicznej nad Warszawą w warunkach stacjonarnego wyżu barycznego (Stachlewska i in., 2018). Analizy wykazały, że napływ silnie absorbującego promieniowanie aerozolu powoduje występowanie pozytywnej korelacji średnich dobowych wartości własności optycznych atmosfery, a także stężeń pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5. Co więcej – wykazano, że podczas dalekozasięgowego transportu aerozolu obserwuje się modyfikacje w samej jego strukturze – zachodzi tzw. proces starzenia (Janicka i in., 2023) i zmiana rozkładu wielkości cząstek (Szczepanik i in., 2021) oraz jego uwodnienia (Stachlewska, Costa-Suros i Althausen, 2017). Warto tu wspomnieć, że również podczas transportu aerozol może wpływać na środowisko obszarów, nad którymi jest transportowany, np. pył pustynny, opadając grawitacyjnie na powierzchnie wód, zmienia ich kolor i zwiększa ich biologiczną produktywność (Weis i in., 2024).



Rycina 1. Typy aerozolu w warstwie granicznej w okresie letnim (lipiec–wrzesień) w Warszawie w latach 2013–2016 (wykres lewy) i 2017–2020 (wykres prawy) na podstawie danych lidarowych stacji EARLINET-ACTRIS, RS Lab. Warstwa graniczna zdominowana jest przez aerozol miejski, jednak w kolejnych latach jego udział procentowy maleje

Źródło: Stachlewska, 2021.

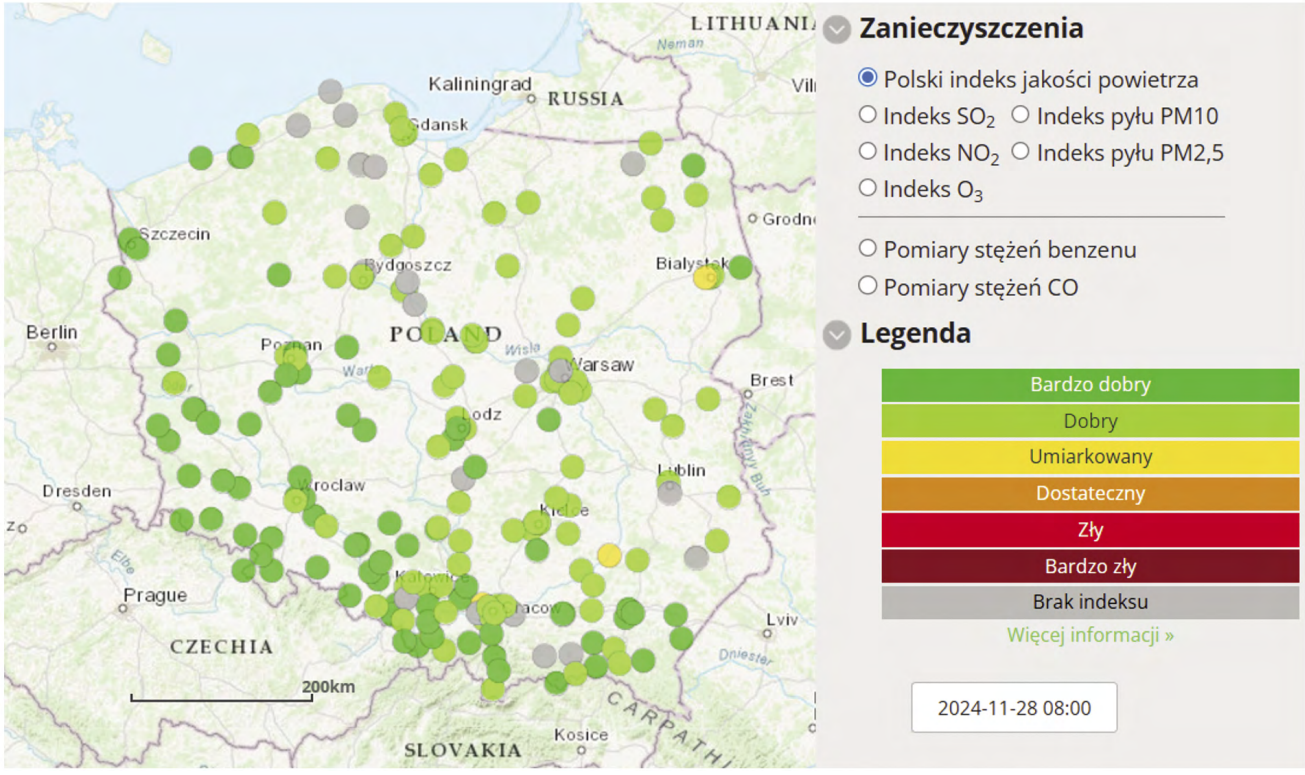
Analizując wieloletnią serię danych lidarowych, można określić procentowy udział różnych typów aerozolu w warstwie granicznej w Warszawie (ryc. 1). Jak widać na wykresie, pojawił się w niej pył pustynny, co wskazuje na wspomniane wcześniej zmiany cyrkulacji mas powietrza i zwiększenie ilości napływów pyłu pustynnego głównie z obszarów Afryki Północnej, jak również z Azji. Ośmioprocentowy spadek ilości aerozoli miejskich sugeruje poprawę jakości powietrza między czteroleciem 2013–2016 a 2017–2020. Należy pamiętać, że transportowane są wszystkie rodzaje aerozolu – i te pochodzące ze źródeł naturalnych, i te antropogeniczne. Dzięki ogromnej pracy grup badawczych wskazujących na istotny wpływ dalekozasięgowego transportu aerozolu na panujący lokalnie klimat efekty te są brane pod uwagę w przypadku stanowienia prawa. Na początku stosowano pewne ulgi dla krajów położonych najbliżej obszarów źródłowych (np. w przypadku pyłu pustynnego była to Hiszpania), by finalnie umieścić odpowiednie zapisy w prawodawstwie unijnym. Ze względu na fakt, że nie można kontrolować emisji naturalnych, dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2024/2881, obowiązująca od 23.10.2024 r., podtrzymała prawo do odejmowania/pomijania udziału zanieczyszczeń powietrza pochodzących ze źródeł naturalnych w ocenie zgodności mierzonych stężeń zanieczyszczeń z wartościami dopuszczalnymi i wymogami redukcji średniego narażenia. Parlament Europejski dopuszcza również odejmowanie udziału w przekroczeniach wartości dopuszczalnych pyłu zawieszonego PM10, wynikającego z posypywania dróg w okresie zimowym piaskiem lub solą. Zgodnie z treścią dyrektywy państwa członkowskie mogą określić strefy, w których przekroczenia wartości dopuszczalnych dla danego zanieczyszczenia związane są z udziałem aerozoli naturalnych, wraz z informacjami na temat stężeń i źródeł pochodzenia, oraz dowody potwierdzające związek zaistniałych przekroczeń z udziałem zanieczyszczeń pochodzenia naturalnego. Do końca 2026 r. Komisja Europejska (KE) zobowiązała się przedstawić szczegóły techniczne dotyczące dowodzenia obecności aerozoli pochodzenia naturalnego nad danym obszarem (Dyrektywa 2024/2881).

Biorąc pod uwagę powyższy aspekt, pojawia się pytanie, **na ile jesteśmy w stanie zredukować poziom zanieczyszczeń powietrza? Czy nawet całkowite wyeliminowanie lokalnej emisji wystarczy, by zrealizować plan Komisji Europejskiej – Zero Pollution Action Plan** (KE, Zero Pollution...)**?**

3.2. Monitoring jakości powietrza

Rosnąca świadomość społeczna, idąca w parze z zapadalnością na choroby górnych dróg oddechowych i alergie, powoduje coraz większe zainteresowanie portalami przedstawiającymi zarówno aktualne, jak i prognozowane wartości indeksu jakości powietrza. W Polsce za monitoring jakości powietrza odpowiada Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ, Monitoring...). Sieć stacji realizuje pomiary w sposób automatyczny bądź manualny, z wykorzystaniem równoważnych, standaryzowanych technik, tak by zmierzone zgodnie z dyrektywą w sprawie jakości powietrza wartości stężeń zanieczyszczeń były obarczone jak najmniejszą niepewnością. W samym województwie mazowieckim GIOŚ prowadzi monitoring jakości powietrza na 25 stacjach pomiarowych (20 automatycznych i 5 manualnych). Dane ze stacji automatycznych stanowią element Systemu Oceny Jakości Powietrza (SOJP, Projekt PHARE PL0007.02), który podlega ciągłej modernizacji w celu dostosowywania zarówno do zmieniającego się prawa krajowego, jak i do dyrektyw Unii Europejskiej (UE). SOJP nie tylko informuje o poziomie zanieczyszczeń, ale również przygotowuje prognozy ich stężeń czy ostrzega w przypadku wystąpienia przekroczeń, dzięki czemu przyczynia się do sterowania emisją.

Począwszy od grudnia 2015 r., na zarządzanej przez GIOŚ stronie internetowej (https://powietrze.gios.gov.pl/) prezentowany jest indeks jakości powietrza dla całego kraju. Wartości tego parametru wyznaczane są na podstawie godzinnych wyników pomiarów stężeń w powietrzu wybranych substancji. Dla Polskiego Indeksu Jakości Powietrza są to pyły zawieszone o średnicy nie większej niż 10 μm (PM10) i 2,5 μm (PM2,5), ozon (O_3) oraz dwutlenki azotu (NO_2) i siarki (SO_2). Poszczególne indeksy wyznaczane są na podstawie stosunku zmierzonej wartości stężeń do wartości dopuszczalnych w prawodawstwie, indeks ogólny zaś przyjmuje wartość najgorszego indeksu indywidualnego spośród mierzonych na stacji lub przyjmuje wartość zanieczyszczenia dominującego dla danego województwa. Dla ułatwienia interpretacji indeksu jakości powietrza wprowadzono sześciostopniową skalę, którą dodatkowo połączono ze skalą kolorów (ryc. 2). Warto podkreślić, że na mapie prezentowanej w serwisie GIOŚ przedstawiane są jedynie wyniki pochodzące ze stacji automatycznych. W przypadku gdy indeks nie jest określany, wyświetlany jest w kolorze szarym. Na wspomnianej stronie internetowej oprócz indeksów ogólnego i poszczególnych substancji można również sprawdzić wyniki pomiarów stężeń benzenu (C_6H_6) oraz tlenku węgla (CO).



Rycina 2. Mapa Polski z indeksami jakości powietrza wyznaczonymi dla godziny 08:00 dnia 28.11.2024 r. dla automatycznych stacji monitoringu jakości powietrza GIOŚ. Kolorami zaznaczono jakość powietrza zgodnie z legendą oraz normami jakości powietrza. Kolorem szarym oznaczono stacje, dla których brak wartości indeksu

Źródło: mapa wraz z legendą pochodzi ze strony internetowej GIOŚ, Monitoring jakości powietrza.

Na mierzone wartości stężeń poszczególnych zanieczyszczeń wpływa wiele czynników. Należą do nich zarówno tzw. **niska emisja**, czyli zanieczyszczenia powietrza w postaci gazów i pyłów wyemitowane na wysokości do 40 m, powstałe w wyniku spalania paliw kopalnych, jak i aerozole opadające w wyniku sedymentacji grawitacyjnej z wyższych wysokości (które np. wcześniej dotarły nad dany obszar wraz z niosącymi je masami powietrza). Równie ważne są panujące nad danym obszarem warunki meteorologiczne, topografia terenu i gęstość zabudowy. Jednakże, zgodnie ze wskazaniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), za zanieczyszczenia powietrza odpowiedzialny jest człowiek (niska emisja) (WHO, Air pollution...).

W związku z możliwością stosowania odliczeń stężeń zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł naturalnych istnieje potrzeba połączenia ekspertyzy GIOŚ i ośrodków badawczych, takich jak RS Lab, w celu oszacowania obecności w atmosferze aerozoli pochodzenia naturalnego, w tym często transportowanych z dużych odległości / odległych źródeł.

3.3. Działania mające na celu poprawę jakości powietrza

Mimo wprowadzania kolejnych kroków mających na celu poprawę jakości powietrza Polska nadal jest uważana za jeden spośród krajów członkowskich Unii Europejskiej, w których występuje powietrze o złej i bardzo złej jakości (Gnat i Szwagrzyk, 2021). Wśród podejmowanych działań znajdują się m.in. rządowe programy kierowane do samorządów, przedsiębiorców, a także osób prywatnych, które mają na celu wsparcie termomodernizacji czy transformacji energetycznej. W tabeli 1 przedstawiono przykładowe programy rządowe realizowane w skali kraju w ostatnich latach.

Oprócz działań na szczeblu rządowym sejmiki wojewódzkie podejmują tzw. **uchwały antysmogowe**, które mogą wprowadzać ograniczenia lub zakazy w zakresie użytkowania instalacji cieplnych, w których następuje spalanie stałych paliw kopalnych. Uchwały te mogą regulować obszar, na którym są wprowadzane, rodzaje dopuszczonych do stosowania paliw i kotłów, a także okres obowiązywania ograniczeń w ciągu roku. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ, https://www.gov.pl/web/klimat/ministerstwo-glowna) podaje, że od marca 2022 r. uchwały antysmogowe weszły w życie w 14 województwach. Jedynie sejmiki w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim nie uchwaliły takich przepisów. Co więcej – władze

Tabela 1. Przykładowe programy rządowe realizowane w skali kraju w ciągu ostatnich lat, mające na celu poprawę jakości powietrza w Polsce. Programy podano w kolejności rozpoczęcia realizacji. Nie uwzględniono programów szczebla wojewódzkiego i lokalnych

Program	Okres realizacji	Beneficjenci	Zakres działania
GreenEvo	2009–…	przedsiębiorcy	wsparcie małych i średnich firm oferujących ciekawe produkty i usługi, prowadzących działalność z poszanowaniem środowiska
Energia Plus	2019–2020	przedsiębiorcy	dofinansowanie budowy, rozbudowy lub modernizacji linii produkcyjnych w celu zmniejszenia oddziaływania na środowisko
Ciepłownictwo powiatowe	2019–2021	samorządy lokalne	wsparcie modernizacji przedsiębiorstw produkcji energii na cele komunalno-bytowe, w których kapitał zakładowy w 70% należy do jednostek samorządu terytorialnego
Stop Smog	2018–2028	samorządy lokalne	dofinansowanie termomodernizacji najuboższych gospodarstw domowych na terenie gmin położonych w obszarze obowiązywania uchwał antysmogowych
Czyste Powietrze	2018–2029	osoby fizyczne	dofinansowanie termomodernizacji domów jednorodzinnych
Mój prąd	2020–…	osoby fizyczne	dofinansowanie budowy mikroinstalacji fotowoltaicznych
Mój elektryk	2021–2025	osoby fizyczne, przedsiębiorcy, rolnicy	bezzwrotne dotacje do zakupu samochodów elektrycznych i napędzanych wodorem
Ciepłe mieszkanie	2022–2026	osoby fizyczne i wspólnoty	dofinansowanie na termomodernizację dla właścicieli i najemców mieszkań wielorodzinnych; uzupełnienie programu Czyste Powietrze
TERMO – fundusz termomodernizacji i remontów	2023–2026	właściciele bądź zarządcy budynków	kilka form wsparcia remontów i modernizacji budynków w postaci premii wykorzystywanej na spłatę części kredytu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Serwisu Rzeczypospolitej Polskiej, https://www.gov.pl/.

największych polskich miast, takich jak Warszawa, Kraków i Wrocław, dążą do wprowadzenia tzw. stref czystego transportu, w których ogranicza się ruch samochodów niespełniających norm emisji spalin określonych w prawodawstwie takiej strefy (np. poprzez zakaz wjazdu najstarszych samochodów na wyznaczony obszar). W Warszawie strefa czystego transportu obowiązuje od 1 lipca 2024 r. Innym przykładem działania samorządów lokalnych jest stosowanie ulg podatkowych dla gospodarstw domowych, które dokonały termomodernizacji swoich budynków mieszkalnych (Program rządowy Czyste Powietrze, https://czystepowietrze.gov.pl/).

Podejmowane są również działania mające na celu zmianę miksu energetycznego w kierunku zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w produkcji energii elektrycznej. W tym celu powstają farmy fotowoltaiczne czy elektrownie wiatrowe. Zachodzi również ciągły proces rozwoju technologicznego i odejścia od przemysłu ciężkiego na rzecz przemysłu nowej generacji (Wieczorek, 2018). Podejmuje się działania mające na celu oczyszczanie spalin pochodzących z kominów hut i elektrowni cieplnych, a także rekultywację obszarów wysypisk śmieci, hałd czy pozostałości po zamkniętych kopalniach. Przykładem rekultywacji obszarów górniczych jest powstałe w 2010 r. Jezioro Tarnobrzeskie, będące czwartym co do głębokości sztucznym zbiornikiem wodnym w Polsce, powstałym w dawnej kopalni siarki „Machów". Obecnie w okolicach Tarnobrzegu nie ma już prawie śladu po wydobyciu siarki – jedynie liczne jeziora i oczka wodne w tej okolicy są śladami dawnej eksploatacji (Muzeum Geologiczne, Kopalnia wiedzy, Siarka...).

Kolejnymi bardzo ważnymi aspektami walki o poprawę jakości powietrza są modernizacja, rozbudowa i usprawnianie sieci transportu publicznego oraz budowa sieci dróg rowerowych w celu wykreowania alternatywy dla prywatnego transportu samochodowego. Warto zauważyć, że coraz częściej ruch samochodowy wyprowadzany jest poza obszar miasta, dzięki budowie sieci obwodnic (MI, 2021). Warto podkreślić, że w przypadku zmniejszenia liczby samochodów poprawie ulega nie tylko jakość powietrza, ale również redukuje się poziom hałasu w mieście (Galińska i Kopania, 2017).

W ramach zrównoważonego rozwoju stosowane są także działania mające na celu rewitalizację już istniejących obszarów zielonych i parków – np. zgodnie z informacją dostępną na stronie internetowej Kraków.pl (2023) radni Krakowa przeznaczyli w 2023 r. przeszło 211 mln zł na obszary zielone.

3.4. Kampanie społeczne i edukacyjne

Jednym z najważniejszych aspektów zrównoważonego rozwoju jest podnoszenie świadomości społecznej o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu, o sposobach przeciwdziałania im, a także metodach adaptacji do nich. W tym celu prowadzone są liczne projekty naukowe, badawcze i edukacyjne, które są współfinansowane m.in. przez Komisję Europejską czy krajowe i zagraniczne fundusze grantowe. Przykładami takich inicjatyw mogą być międzynarodowe projekty realizowane na Uniwersytecie Warszawskim, takie jak **RI-URBANS** i **CoMobility**.

RI-URBANS[2] to projekt finansowany przez Komisję Europejską w ramach programu badań i innowacji Unii Europejskiej Horyzont 2020 „European Green Deal". Ma on na celu opracowanie nowatorskich narzędzi serwisowych, które dostarczą informacji na temat czasowo-przestrzennej zmienności parametrów jakości powietrza, narażenia populacji i interakcji: zdrowie – jakość powietrza (KE, Projekt RI-URBANS, https://riurbans.eu/). **CoMobility**[3] to transdyscyplinarny międzynarodowy projekt korzystający z dofinansowania od Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach funduszy Europejskiego Obszaru Gospodarczego (EOG) oraz w 15% ze środków budżetu państwa. Operatorem projektu jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W ramach realizacji CoMobility analizowano postawy i zachowania związane z mobilnością, w szczególności usługi będące alternatywą dla prywatnych samochodów (Projekt CoMobilty, https://comobility.edu.pl/o-projekcie/).

Nie sposób nie wspomnieć również o informacyjno-edukacyjnym projekcie **LIFE-MAPPINGAIR/PL**[4], koordynowanym przez Uniwersytet Wrocławski, realizowanym we współpracy z Politechniką Wrocławską i Urzędem

---

[2] RI-URBANS (nr grantu 101036245). Usługi infrastruktury badawczej wzmacniające możliwości monitorowania jakości powietrza w europejskich obszarach miejskich i przemysłowych, program badań i innowacji Unii Europejskiej Horyzont 2020, Europejski Zielony Ład, Komisja Europejska.

[3] CoMobility korzysta z dofinansowania o wartości 2,05 miliona euro otrzymanego od Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach funduszy EOG. Operatorem projektu jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt jest współfinansowany w 15% ze środków budżetu państwa.

[4] Projekt „Czy wiesz, czym oddychasz?" – kampania edukacyjno-informacyjna na rzecz czystszego powietrza – LIFE-MAPPINGAIR/PL jest finansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz współfinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Miasta Bydgoszczy. Projekt ten, dofinansowany w ramach instrumentu finansowanego Unii Europejskiej LIFE oraz dotacji Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ma na celu budowę platformy edukacyjnej poświęconej problematyce jakości powietrza na obszarze objętym projektem oraz przeprowadzenie kampanii edukacyjnej poświęconej problematyce jakości powietrza w obszarach zurbanizowanych (Projekt LIFE-MAPPINGAIR/PL, https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl/).

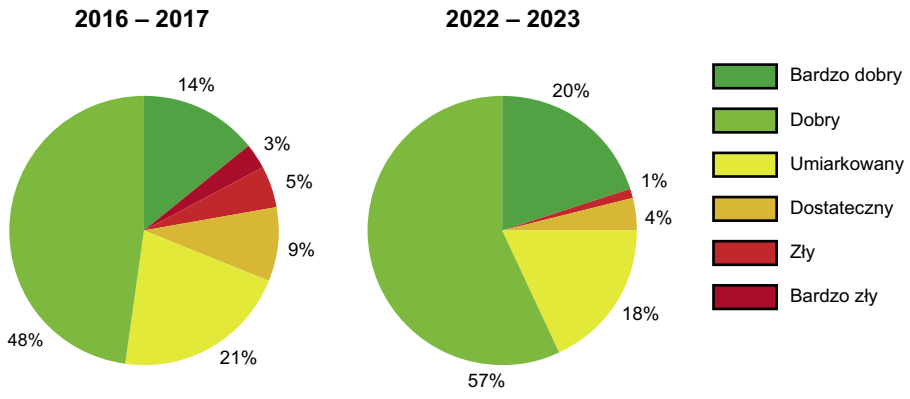
Oprócz projektów realizowanych w publicznych jednostkach badawczych rolę edukacyjno-badawczą odgrywają powstające coraz częściej organizacje obywatelskie, fundacje i portale internetowe poświęcone tematyce zmian klimatu i ochrony środowiska, z naciskiem na poprawę jakości powietrza. Przykładami takich organizacji mogą być: fundacja European Clean Air Centre (Europejskie Centrum Czystego Powierza) (https://cleanaircentre.eu/), serwis Nauka o Klimacie (https://naukaoklimacie.pl/), stowarzyszenie Polska Zielona Sieć (https://zielonasiec.pl/) czy oddolna inicjatywa obywatelska Rodzice dla Klimatu (https://www.rodzicedlaklimatu.org/). Prowadzą one zarówno badania społeczne, jak i kampanie edukacyjne mające na celu zwiększanie świadomości społecznej, m.in. odnośnie do zagrożeń związanych ze zmianami klimatu i z ekspozycją na zanieczyszczone powietrze.

Wiele nowo powstałych organizacji i oddolnych inicjatyw ma na celu promowanie proekologicznych zachowań, takich jak: korzystanie z transportu publicznego zamiast z prywatnego samochodu, powrót do stosowania butelek wielokrotnego użytku, oddawanie nienoszonych ubrań do punktów zbiórek lub ich sprzedaż internetowa mająca na celu nadawanie rzeczom tzw. drugiego życia.

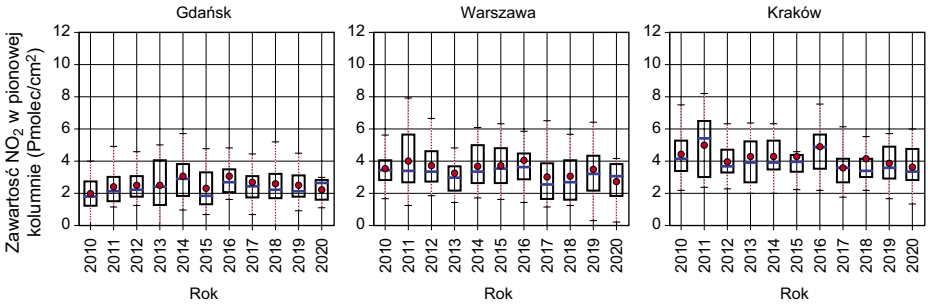
4. Skuteczność prowadzonych działań

Z każdym kolejnym rokiem jakość powietrza w Polsce ulega poprawie. Zgodnie z danymi opublikowanymi przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska w ciągu zaledwie pięciu lat stężenia pyłów zawieszonych PM10 w sezonie grzewczym 2022/2023 zmniejszyły się o około 31% w porównaniu do sezonu 2017/2018. Obserwuje się również spadek stężenia pyłów zawieszonych PM2,5 (MKiŚ, 2023). GIOŚ w swoim zbiorczym raporcie krajowym z rocznej oceny jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2023 stwierdził poprawę jakości powietrza w stosunku do lat poprzednich (Kobus i Skotak, 2024). Może to wskazywać na skuteczność wdrażanych programów rządowych.

Analizy statystyczne indeksu jakości powietrza uzyskanego z pomiarów prowadzonych na stacjach monitoringu jakości powietrza GIOŚ w Warszawie, przeprowadzone wspólnie przez badaczy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i Akademii Pożarniczej, również wskazują na poprawę jakości powietrza, w szczególności w mieście w okresie zimowym (od grudnia do lutego). Na rycinie 3 przedstawiono częstość występowania indeksu jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 dla stacji miejskich w Warszawie w dwóch sezonach zimowych (2016/2017 i 2022/2023). Jak widać na wykresie, liczba wystąpień dobrego i bardzo dobrego indeksu jakości powietrza wzrosła odpowiednio o 9 i 6 punktów procentowych, zaś liczba wystąpień powietrza o indeksie złym zmalała o 4 punkty procentowe. Należy podkreślić, że w sezonie zimowym 2022/2023 nie odnotowano wystąpień powietrza o bardzo złym indeksie jakości powietrza, podczas gdy w sezonie 2016/2017 wystąpił on w 3% przypadków. Emeka A. Ugboma i współpracownicy (Ugboma i in., 2023), analizując dane satelitarne dla całego obszaru Polski, z uwzględnieniem miast kluczowych z punktu widzenia zanieczyszczeń i jakości powietrza, wykazali, że stężenia dwutlenku azotu (NO_2) maleją w skali dziesięciolecia. Jak widać na przykładzie Gdańska, Krakowa i Warszawy, stężenia dwutlenku azotu w pionowej kolumnie atmosfery maleją, a efekt jest bardziej widoczny dla Warszawy i Krakowa (ryc. 4).



Rycina 3. Częstość występowania indeksu jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 dla pomiarów z uśrednianiem 1 h dla sezonów zimowych 2016/2017 i 2022/2023. Zastosowano skalę kolorów indeksu jakości powietrza zgodnie z GIOŚ
Źródło: GIOŚ, Bieżące dane pomiarowe.



Rycina 4. Wykresy pudełkowe przedstawiające roczną zmienność NO_2 odzyskaną z pomiarów OMI w wybranych miastach w Polsce w latach 2010–2020. Wewnątrz prostokątnych pól niebieskie słupki przedstawiają medianę, a czerwone kółka – średnią. Na zewnątrz prostokątnych pól przerywaną czerwoną linią oznaczono niepewności, a czarne słupki (dolny i górny) przedstawiają odpowiednio obserwowane wartości minimalne i maksymalne

Źródło: zmodyfikowano za: Ugboma i in., 2023.

Mimo obserwowanej poprawy jakości powietrza w niektórych miastach problem występowania smogu czarnego jest nadal obecny, choć w mniejszej skali. Należy pamiętać o bardzo dużym wpływie orografii terenu i warunków meteorologicznych na formowanie smogu. Przykładem mogą być tutaj Racibórz, Kraków bądź Zabrze, których położenie w niecce terenu znacznie utrudnia wymywanie zanieczyszczeń powietrza, których stężenia mogą rosnąć w wyniku ich kumulowania w warunkach wystąpienia **inwersji temperatury** (zjawisko nienaturalnego wzrostu temperatury powietrza wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem gruntu). W tym przypadku dalsza redukcja emisji niskich może znacznie wpłynąć na poprawę jakości powietrza w danym mieście, ale należy mieć świadomość, że występowanie niekorzystnych warunków meteorologicznych czy napływów zanieczyszczeń z obszarów znajdujących się poza miastem może sprzyjać ich kumulacji.

Wpływ na jakość powietrza w Polsce ma również poprawa infrastruktury dróg rowerowych – na terenie całego kraju odnotowuje się zwiększenie ilości/długości dróg rowerowych. Według danych podanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS [2024]) w samym województwie mazowieckim długość dróg rowerowych wzrosła z 755,8 km w 2011 r. do 2830,8 km w 2022 r. Ciągła poprawa sieci dróg rowerowych sprzyja nie tylko rekreacji, ale również zachęca do korzystania z roweru jako alternatywy dla auta.

W tym miejscu warto wspomnieć o możliwym pozytywnym wpływie – będącego obecnie w przygotowaniu – rządowego projektu dofinansowania zakupu roweru elektrycznego (Fundusz Modernizacyjny, Mój rower elektryczny...). Program ten ma na celu promocję proekologicznych rozwiązań transportowych, przy czym należy podkreślić, że Polska jest jednym z liderów produkcji rowerów elektrycznych (Berger, 2024), zatem promowanie takich rozwiązań transportowych przyczynia się również do rozwoju gospodarczego państwa, co stoi w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

5. Perspektywa na przyszłość

Rozwój technologiczny w celu pozyskiwania alternatywnych zielonych źródeł energii i ekologicznych środków transportu przyczynia się do zmniejszania emisji zanieczyszczeń z sektorów energetycznego, komunalno-bytowego i transportu. Trzeba jednak pamiętać, że nie jesteśmy w stanie zupełnie wyeliminować zanieczyszczeń. Ponadto nie wiemy, w jaki sposób obecnie podejmowane działania w celu ich redukcji wpłyną na środowisko naturalne i klimat.

Przykładem technologii, która zyskała ogromne zainteresowanie społeczne, jest produkcja energii elektrycznej za pomocą przydomowych instalacji fotowoltaicznych. Jednak dynamiczny wzrost produkcji prądu znacznie wpłynął na obciążenie nieprzystosowanej do tego sieci energetycznej. Stosowanie paneli fotowoltaicznych wpływa na lokalne warunki termiczne (ogrzewanie atmosfery), a także na redukcję ilości promieniowania docierającego do gruntu w przypadku olbrzymich farm fotowoltaicznych (wychładzanie powierzchni gruntu). Taryfa skupu energii od osób prywatnych w stosunku do cen jej sprzedaży dla wielu gospodarstw domowych wydaje się być niekorzystna, przez co wzrasta konsumpcja energii w myśl zasady: „lepiej zużyć niż stracić na sprzedaży". Takie podejście nie jest zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Innym przykładem odwrócenia pojęć może być promowanie elektromobilności. Zachęcając do zakupu samochodu elektrycznego, wiele korporacji stosuje tzw. **greenwashing**, czyli taki rodzaj komunikacji marketingowej, który bazuje na fałszywych lub wprowadzających w błąd deklaracjach świadczących o zgodności produktu z założeniami ochrony środowiska. Samochód elektryczny nazywa się zeroemisyjnym, patrząc

tylko na emisję spalin, a zapominając np. o zwiększonym ścieraniu opon i elementów układu hamulcowego wynikającym ze znacznie większej masy takiego samochodu w porównaniu z samochodem spalinowym czy o zwiększonym zużyciu litu, niezbędnego do produkcji wielkich akumulatorów. Co więcej – w przypadku obecnego miksu energetycznego, zdominowanego przez elektrownie cieplne, zwiększona konsumpcja energii elektrycznej związana z elektromobilnością również przyczynia się do wzrostu emisji zanieczyszczeń.

Warto dbać o środowisko naturalne, ale nie w formie bezkrytycznego konsumpcjonizmu w celu zastosowania szeroko rozumianych zielonych technologii. Zasady zrównoważonego rozwoju są dobrym drogowskazem w kierunku dalszego, ustawicznego wzrostu z zapewnieniem warunków do życia dla przyszłych pokoleń. Należy podkreślać znaczenie rozsądnego planowania inwestycji, z uwzględnieniem przewidywanych skutków ich wdrażania.

Bibliografia

Literatura

Baars H., Ansmann A., Ohneiser K., Haarig M., Engelmann R., Althausen D., ... Pappalardo G., 2019. *The unprecedented 2017–2018 stratospheric smoke event: decay phase and aerosol properties observed with the EARLINET*, „Atmospheric Chemistry and Physics", vol. 19(23), s. 15183–15198, https://doi.org/10.5194/acp-19-15183-2019.

Bešťáková Z., Kyselý J., Lhotka O., Heilig M., Eitzinger J., 2024. *Warm-season drying across Europe and its links to atmospheric circulation*, „Earth and Space Science", vol. 11(6), e2023EA003434, https://doi.org/10.1029/2023EA003434.

Borowski G., Malec A., 2016. *Zagrożenia pyłowe oraz monitoring powietrza atmosferycznego*, „Inżynieria Ekologiczna", vol. 50, s. 161–170, http://dx.doi.org/10.12912/23920629/65489.

Brundtland G.H., 1987. *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*, Geneva, UN-Dokument A/42/427, http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm (dostęp: 27.11.2024 r.).

Chester L., 2020. *The 2019–2020 Australian bushfires: a potent mix of climate change, problematisation, indigenous disregard, a fractured federation, volunteerism, social media, and more*, „Review of Evolutionary Political Economy", vol. 1(2), s. 245–264, https://doi.org/10.1007/s43253-020-00019-y.

Galińska B., Kopania J., 2017. *Organizacyjne i techniczne metody redukcji hałasu komunikacyjnego w przestrzeni miejskiej*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe", R. 18, nr 6, s. 163–167.

Holben B.N., Eck T.F., Tenre D., Setzer A., Vermote E., Reagan J.A., ... Smirnov A., 1998. *AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characerization*, „Remote Sensing of Environment", vol. 66(1), s. 1–16, https://doi.org/10.1016/S0034-4257(98)00031-5.

Illingworth A.J., Hogan R.J., O'Connor E., Bouniol D., Brooks M.E., Delanoé J., … Wrench C.L., 2007. *CLOUDNET: Continuous evaluation of cloud profiles in seven operational models using ground-based observations*, „Bulletin of the American Meteorological Society" (BAMS), vol. 88(6), s. 883–898, https://doi.org/10.1175/BAMS-88-6-883.

IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S.L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M.I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J.B.R., Maycock T.K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R., Zhou B. (red.)], Cambridge University Press.

Janicka L., Davuliene L., Bycenkiene S., Stachlewska I., 2023. *Long term observations of biomass burning aerosol over Warsaw by means of multiwavelength lidar*, „Optics Express", vol. 31(20), s. 33150–33174, https://doi.org/10.1364/OE.496794.

Janicka L., Stachlewska I.S., Veselovskii I., Baars H., 2017. *Temporal variations in optical and microphysical properties of mineral dust and biomass burning aerosol derived from daytime Raman lidar observations over Warsaw, Poland*, „Atmospheric Environment", vol. 169, s. 162–174, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.09.022.

Janikowski R., 2004. *Rozwój zrównoważony czy stały?*, „Ekonomia i Środowisko", nr 2(26), s. 224–230.

Janoski T.P., Broccoli A.J., Kapnick S.B., Johnson N.C., 2018. *Effects of climate change on wind-driven heavy-snowfall events over Eastern North America*, „Journal of Climate", vol. 31(22), s. 9037–9054, https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0756.1.

Juda-Rezler K., 2000. *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, podrozdziały 5.2 i 5.3.

Kępińska-Kasprzak M., Chmist-Sikorska J., 2023. *Przesuwanie się fenologicznych pór roku*, „Obserwator", 27.11.2023 r., https://obserwator.imgw.pl/2023/11/27/przesuwanie-sie-fenologicznych-por-roku/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Kistowski M., 2003. *Regionalny model zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska Polski a strategie rozwoju województw*, Uniwersytet Gdański, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Gdańsk, Warszawa.

Kok J.F., Ward D.S., Mahowald N.M., Evan A.T., 2018. *Global and regional importance of the direct dust-climate feedback*, „Nat Commun", vol. 9(1), 241, https://doi.org/10.1038/s41467-017-02620-y.

Kobus D., Skotak K., 2024. *Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2023*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_rating_info (dostęp: 28.11.2024 r.).

MacCarthy J., Tyukavina A., Weisse M.J., Harris N., Glen E., 2024. *Extreme wildfires in Canada and their contribution to global loss in tree cover and carbon emissions in 2023*, „Global Change Biology", vol. 30(6), e17392, https://doi.org/10.1111/gcb.17392.

Manahan S.E., 2022. *Environmental Chemistry*, CRC Press, Boca Raton, rozdz. 12: *Photochemical Smog*.

Markowicz K.M., Chilinski M.T., Lisok J., Zawadzka-Manko O., Stachlewska I.S., Janicka L. ... Westphal D.L., 2016. *Study of aerosol optical properties during long-range transport of biomass burning from Canada to Central Europe in July 2013*, „Journal of Aerosol Science", vol. 101(15), s. 156–173, https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2016.08.006.

Mishra V., Nanditha J.S., Dangar S., Chuphal D.S., Vegad U., 2024. *Drivers, changes, and impacts of hydrological extremes in India: A review*, „WIREs Water", vol. 11(5), e1742. https://doi.org/10.1002/wat2.1742.

Panda J., Sarkar A., Giri R., 2023. *Atmospheric aerosols and their effects on radiation, clouds, and precipitation in different meteorological scenarios*, „Vayumandal", vol. 49(1), s. 50–87, https://imetsociety.org/wp-content/pdf/vayumandal/2023491/2023491_6.pdf (dostęp: 28.11.2024 r.).

Pappalardo G., Amodeo A., Apituley A., Comeron A., Freudenthaler V., Linné H., … Wiegner M., 2014. *EARLINET: towards an advanced sustainable European aerosol lidar network*, „Atmospheric Measurement Techniques", vol. 7(8), s. 2389–2409, https://doi.org/10.5194/amt-7-2389-2014.

Robinson N.A. (red.), 1993. *Agenda 21: Earth's Action Plan*, Oceana Publications, Inc., New York–London–Rome.

Rudewicz J., 2019. *Rozwój zrównoważony wielkich miast w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 34–36.

Saue T., Käremaa K., 2015. *Lengthening of the thermal grow in season due to climate change in Estonia*, w: B. Šiška, P. Nejedlík, M. Eliašová (red.), *Towards Climatic Services*, Conference Paper, Slovak University of Agriculture, Nitra. ISBN: 9788055213897.

Siwiec E., Bratkowski B., Dubel A., Hajto M., Marcinkowski M., Romańczak A., … Skotak K., 2019. *Atlas skutków zjawisk ekstremalnych w Polsce*, red. E. Siwiec, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Stachlewska I.S., 2021. *Dogłębne zrozumienie smogu drogą do skutecznego przeciwdziałania zjawisku! / A thorough understanding of smog is the way to effective action!*, Raport TOGETAIR, sekcja: Powietrze / AIR, rozdz.: Smog i emisje z budownictwa / Smog and emissions from the municipal sector, https://raport.togetair.eu/air.

Stachlewska I.S., Costa-Suros M., Althausen D., 2017. *Raman lidar water vapor profiling over Warsaw, Poland*, „Atmospheric Research", vol. 194(2), s. 258–267, https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.05.004.

Stachlewska I.S., Samson M., Zawadzka O., Harenda K.M., Janicka L., Poczta P., … Zehner C., 2018. *Modification of local urban aerosol properties by long-range transport of biomass burning aerosol*, „Remote Sensing", vol. 10(3), 412, 10.3390/rs10030412.

Stachlewska I.S., Zawadzka O., Engelmann R., 2017. *Effect of heat wave conditions on aerosol optical properties derived from satellite and ground-based remote sensing over Poland*, „Remote Sensing", vol. 9 (11), 1199, https://doi.org/10.3390/rs9111199.

Swap R., Cede A., Abuhassan N., Tiefengraber M., Szykman J., Dehn A., … Lefer B.L., 2018. *From Research/Campaign Mode to Long-Term Air Quality Monitoring: The Evolution of the Pandonia Global Network (PGN)*, American Geophysical Union, Fall Meeting 2018, 2018AGUFM.A12E..06S.

Szczepanik D.M., Ortiz-Amezcua P., Heese B., D'Amico G., Stachlewska I.S., 2022. *First ever observations of mineral dust in wintertime over Warsaw, Poland*, „Remote Sensing", 14(15), 3788, https://doi.org/10.3390/rs14153788.

Szczepanik D.M., Poczta P., Talianu C., Böckmann C., Ritter C., Stefanie H., … Stachlewska I.S., 2023. *Spatio-temporal evolution of long-range transported mineral desert dust properties over rural and urban sites in Central Europe*, „Science of The Total Environment", vol. 903(15), 166173, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166173.

Szczepanik D.M., Stachlewska I.S., Tetoni E., Althausen D., 2021. *Properties of Saharan dust versus local urban dust – A case study*, „Earth and Space Science", vol. 8(12), e2021EA001816, https://doi.org/10.1029/2021EA001816.

Tang Q., Yun X., Wang J., Deng H., Liu B., Tran T.C., … Gaffney P.P.J., 2024. *Water Hazards: Drought and Flood*, w: D. Chen, J. Liu, Q. Tang (red.), *Water Resources in the Lancang-Mekong River Basin: Impact of Climate Change and Human Interventions*, Springer Nature Singapore, s. 255–281.

Ugboma E.A., Stachlewska I.S., Schneider P., Stebel K., 2023. *Satellite observations showed a negligible reduction in NO2 pollution due to COVID-19 lockdown over Poland*, „Frontiers in Environmental Science", vol. 11, 1172753, https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1172753.

Wang D., Stachlewska I.S., Song X., Heese B., Nemuc A., 2020. *Variability of the boundary layer over an urban continental site based on 10 years of active Remote Sensing Observations in Warsaw*, „Remote Sensing", vol. 12(2), 340, http://dx.doi.org/10.3390/rs12020340.

Weis J., Chase Z., Schallenberg C., Strutton P.G., Bowie A., Fiddes S.L., 2024. *One-third of Southern Ocean productivity is supported by dust deposition*, „Nature", vol. 629(8012), s. 603–608, https://doi.org/10.1038/s41586-024-07366-4.

Wieczorek P., 2018. *Czwarta rewolucja przemysłowa – wizja przemysłu nowej generacji – perspektywa dla Polski*, „Kontrola Państwowa", 63/3(380), s. 89–115.

Zittis G., Almazroui M., Alpert P., Ciais P., Cramer W., Dahdal Y., … Lelieveld J., 2022. *Climate change and weather extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East*, „Reviews of Geophysics", vol. 60(3), e2021RG000762, https://doi.org/10.1029/2021RG000762.

Akty prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/2881 z 23 października 2024 r. w sprawie jakości powietrza i czystszego powietrza dla Europy (wersja przekształcona), PE/88/2024/REV/1 (Dz.Urz. UE L, 2024/2881, 20.11. 2024).

Statut ACTRIS ERIC (2023/C 156/02), (Dz.Urz. UE C 156, z 5.05.2023 r., s. 2).

Źródła internetowe

ACTRIS CLOUDNET, https://cloudnet.fmi.fi/ (dostęp: 29.11.2024 r.).

AERONET, AErosol RObotic NETwork, https://aeronet.gsfc.nasa.gov/ (dostęp: 29.11.2024 r.).

Berger M., 2024. *Polska poważnym graczem na rynku rowerów elektrycznych*, elektromobilni.pl, 8.03.2024 r., https://elektromobilni.pl/polska-powaznym-graczem-na-rynku-rowerow-elektrycznych/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

EARLINET-ACTRIS, https://data.earlinet.org/earlinet/ (dostęp: 29.11.2024 r.).

Fundacja European Clean Air Centre, https://cleanaircentre.eu/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Fundusz Modernizacyjny, Mój rower elektryczny, https://www.gov.pl/web/funduszmodernizacyjny/moj-rower-elektryczny (dostęp: 28.11.2024 r.).

GIOŚ, Bieżące dane pomiarowe, https://powietrze.gios.gov.pl/, dostęp: 28.11.2024 r.).

GIOŚ, Monitoring jakości powietrza, https://powietrze.gios.gov.pl/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

Gnat M., Szwagrzyk M., 2021. *Polska czerwoną wyspą smogu na mapie Europy. Dlaczego przegrywamy walkę o czyste powietrze?*, Airly, https://airly.org/pl/blog/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

GUS, [2024]. Baza danych, https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start (dostęp: 28.11.2024 r.).

Infrastruktura ACTIRS, https://www.actris.eu/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

Infrastruktura IAGOS, https://www.iagos.org/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

Infrastruktura ICOS, https://www.icos-cp.eu/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

Inicjatywa obywatelska Rodzice dla Klimatu, https://www.rodzicedlaklimatu.org/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

KE, Projekt RI-URBANS, https://riurbans.eu/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

KE, Zero Pollution Action Plan, https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en (dostęp: 28.11.2024 r.).

Kraków.pl, 2023. Plan na zieleń miejską w 2023 r., 9.01.2023 r., https://www.krakow.pl/aktualnosci/266794,26,komunikat,plan_na_zielen_miejska_w_2023_r__.html (dostęp: 27.11.2024 r.).

Laboratorium Pomiarów Zdalnych (RS Lab) Instytutu Geofizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, https://www.igf.fuw.edu.pl/pl/laboratories/laboratorium-pomiarow-zdalnych/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

MI, 2021. Program budowy 100 obwodnic na lata 2020–2030, https://www.gov.pl/web/infrastruktura/program-budowy-100-obwodnic-na-lata-2020---2031 (dostęp: 28.11.2024 r.).

MKiŚ, https://www.gov.pl/web/klimat/ministerstwo-glowna (dostęp: 27.11.2024 r.).

MKiŚ, 2023. Jakość powietrza w Polsce coraz lepsza, 22.06.2023 r., https://www.gov.pl/web/klimat/jakosc-powietrza-w-polsce-coraz-lepsza (dostęp: 28.11.2024 r.).

Muzeum Geologiczne, Kopalnia wiedzy, Siarka, https://www.pgi.gov.pl/muzeum/kopalnia-wiedzy-1/12583-siarka.html (dostęp: 27.11.2024 r.).

PNG, Pandonia Global Network, https://www.pandonia-global-network.org/ (dostęp: 29.11.2024 r.).

Program rządowy Czyste Powietrze, https://czystepowietrze.gov.pl/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Projekt ATMO-ACCESS, https://www.atmo-access.eu/ (dostęp: 27.11.2024 r.).

Projekt CoMobility, https://comobility.edu.pl/o-projekcie/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Projekt LIFE-MAPPINGAIR/PL, https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Serwis Nauka o klimacie, https://naukaoklimacie.pl/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Serwis Rzeczypospolitej Polskiej, https://www.gov.pl/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

Stowarzyszenie Polska Zielona Sieć, https://zielonasiec.pl/ (dostęp: 28.11.2024 r.).

System prognozowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza / Forecasting of Air Pollution Propagation System (FAPPS), Zakład Modelowania, Klimatologii i Ochrony Atmosfery IMGW-PIB, http://smog.imgw.pl/content/quality (dostęp: 27.11.2024 r.).

Trzecia generacja praw człowieka, UNIC Warsaw, Ośrodek Informacji ONZ w Warszawie, https://www.unic.un.org.pl/prawa-czlowieka/trzecia-generacja-praw-czlowieka/3205 (dostęp: 28.11.2024 r.).

UN, Sustainable Development, The 17 Goals, https://sdgs.un.org/goals (dostęp: 27.11.2024 r.).

WHO, Air pollution, https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (dostęp: 27.11.2024 r.).

Beata Krasnodębska-Ostręga
Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
ORCID: 0000-0001-6513-7006



Zaawansowany monitoring środowiska – źródła i losy nowych zanieczyszczeń

1. Wstęp

Zaawansowana chemia analityczna w badaniu i ochronie środowiska naturalnego odgrywa istotną rolę, jest źródłem rzetelnych danych, podstawą wiedzy o składzie i zawartości zanieczyszczeń oraz ich bio-geo-chemicznym obiegu w ekosystemach. Szczególnym przypadkiem chemii analitycznej stosowanej jest analityka środowiska. Badane obiekty cechują się wysokim stopniem złożoności i zmienności, wyzwaniem jest także reprezentatywność i spójność pomiarowa. Opracowywanie procedur oznaczania nowych analitów oraz ich form chemicznych czy fizycznych, różniących się właściwościami i ekotoksycznością, musi być stale kontynuowane. Dlatego w badania powinna być włączona analiza specjacyjna.

Analiza specjacyjna to jedno z nowych wyzwań analityki środowiska o wysokim stopniu skomplikowania. Badanie specjacji powinno być rozszerzone o oznaczenie pierwiastków technologicznie krytycznych (TCEs), które do tej pory nie były obiektem zainteresowania. Ich zawartość jest ciągle znikoma i nie zagraża np. równowagom w zbiornikach wodnych, ale z perspektywy zrównoważonego rozwoju wymaga już monitoringu. Aktywność i rozwój gospodarczy gatunku ludzkiego przeobraziły środowisko naturalne. Każdego dnia przemysł wprowadza wiele nowych materiałów, które powinny być przebadane i poznane ze strony oddziaływania na otoczenie, tak aby – w zgodzie z ideą zrównoważonego rozwoju – wprowadzać je bezpiecznie. Musimy zacząć postrzegać te materiały / substancje / technologie jako źródła nowych form ksenobiotyków oraz oceniać ich

potencjał zagrożenia dla ekosystemów, bioróżnorodności i dobrostanu populacji, także człowieka. Prawidłowe pobranie wzorców środowiskowych, brak przemian podczas transportu i przygotowania, a także analiza na niskim poziomie zawartości analitu (np. ng/g) są niezbędne do wskazania ewentualnego źródła nowych zanieczyszczeń oraz śledzenia ich przemian w środowisku wodnym, glebowym czy w łańcuchu żywieniowym.

2. Monitoring środowiskowy – całkowita zawartość ksenobiotyków, czy tylko?

2.1. Monitoring – techniki

Monitoring środowiska naturalnego w wymiarze różnych ekosystemów to idea znana od wielu lat. Obserwacja zmian poszycia leśnego (Podsystem Monitoringu Przyrody – Monitoring Lasów) czy stanu żyzności gleb (System Monitoringu Suszy Rolniczej) to ważne elementy określenia zmian naturalnych, jak i tych wywołanych przez człowieka. Jest ona prowadzona od lat, a zdobyta wiedza – gromadzona. Szczególnym przypadkiem monitoringu jest biomonitoring, czyli obserwacja zanieczyszczenia w danym ekosystemie prowadzona poprzez badania nad organizmami żywymi (indykatory biologiczne). Zapewnia on większą dokładność pomiarów, często obserwowany jest efekt biomagnifikacji (sukcesywne zwiększanie zawartości substancji w kolejnych ogniwach łańcucha pokarmowego). Bioindykatory reagują na zmiany w sposób charakterystyczny, często wykazując zakres tolerancji wąski i dość specyficzny (deformacje morfologiczne) na te zmiany warunków środowiskowych (np. pH gleby) czy wysoką zawartość ksenobiotyków (toksyczne dla danego bioindykatora). Spektakularnym przykładem jest oznaczanie zawartości polichlorku bifenylu w wodach śródlądowych: współczynnik zatężenia w tkankach ryb sięga 2000 w stosunku do zawartości w wodzie (Choi, Yang i Hong, 2010).

W ramach obserwacji środowiska wyróżnia się dwa podejścia polegające na monitorowaniu w czasie rzeczywistym (*Real Time Monitoring* – RTM) oraz na monitorowaniu długoterminowym (*Long-Term Monitoring* – LTM). Próbki w ramach RTM są przechowywane w relatywnie krótkim odstępie czasu i analizowane tak szybko, jak pozwala na to zaplecze laboratoryjne (Stryjewska i in., 1994). Drugie podejście, czyli LTM, wiąże się z intencją przechowywania próbek przez dziesiątki lat. Ta koncepcja wpisuje się

idealnie w koncepcję zrównoważonego rozwoju, gdyż pozwala „spojrzeć wstecz" i uzyskać informacje, które w koncepcji RTM są już niedostępne. Można poznać źródło i losy nowych zanieczyszczeń nie w dniu dzisiejszym, ale w kilkuletniej perspektywie.

Monitorowanie długoterminowe jest ściśle powiązane z ideą „bankingu" wzorców środowiskowych (Subramanian i Iyengar, red., 1997). Pomysł utworzenia instytucji pełniącej funkcję archiwum próbek środowiskowych (biotycznych i abiotycznych elementów ekosystemów) został zaproponowany przez niemieckich i amerykańskich naukowców we wczesnych latach 70. XX w. (German Environmental Specimen Bank, 2024a). To był początek rozpowszechniania się idei zwanej bankingiem wzorców środowiskowych. Bank wzorców gwarantuje niezmienność archiwizowanych próbek przez kilkadziesiąt lat. Dzięki temu istnieje możliwość wykonania ponownej analizy pod kątem zawartości substancji wcześniej nieuznawanych za toksyczne, tj. mikroplastiku, TiO_2 czy platyny. Rozwój nowych technik analitycznych wykorzystujących nowe zjawiska fizyczne, a zatem tworzenie czulszych technik pomiarowych, pozwala dokonać analizy retrospekcyjnej z wykorzystaniem niezmienionych próbek. Banki wzorców środowiskowych działają w różnych częściach świata: w Europie (Niemcy, Szwecja, Norwegia, Finlandia, Dania, Włochy, Francja, Hiszpania, Wielka Brytania), w Ameryce Północnej (USA, Kanada), Ameryce Południowej (Brazylia) oraz w Azji (Japonia, Chiny, Korea Południowa) (International Environmental Specimen Bank Group, 2015). Matryce środowiskowe i warunki ich przechowywania różnią się jednak w zależności od kraju. W niemieckim banku stosuje się bardzo niskie temperatury, np. –85 °C, wytworzone przy użyciu elektrycznych urządzeń chłodniczych, lub –150 °C poprzez schładzanie parami ciekłego azotu (German Environmental Specimen Bank, 2024b). Podobnie w naczyniach umieszczonych nad ciekłym azotem przechowuje się wzorce w instytucjach specjalizujących się w „bankingu" w Japonii, Stanach Zjednoczonych i Korei Południowej (Tanabe i Ramu, 2010). W Szwecji przechowywanie odbywa się w zamrażarkach w temperaturze –30 °C lub –80 °C (Odsjö, 2006). W Wielkiej Brytanii archiwizowane tkanki ryb, zamrażane na miejscu pobierania z wykorzystaniem ciekłego azotu, przechowuje się w temperaturze –80 °C (UK-SCAPE, 2024).

Zwykle obiektem badań są woda, gleba, osady i rośliny, tkanki zwierzęce, w tym ludzkie. Badania wzorców środowiskowych prowadzone są według procedur o wysokim stopniu standaryzacji. Precyzyjnie określone są czynności wykonywane podczas pobierania obiektów, następnie podczas

ich transportu, przygotowania, konfekcjonowania, roztwarzania i analizy co najmniej dwiema technikami analitycznymi. Anality to nieorganiczne i organiczne zanieczyszczenia wytypowane na bazie obecnej wiedzy o ich istotności dla funkcjonowania poszczególnych ekosystemów, a oznaczane są w systemie RTM.

Nowoczesny monitoring powinien być prowadzony na obiektach nieożywionych lub w warunkach niewymagających uśmiercania bioindykatora. Takim przykładem mogą być badania na srokach (*Pica pica*) – na podstawie oznaczeń szeregu metali (Hg, Pb, As, Tl, Cd, Zn) w odrastających lotkach wskazano miejsce i źródło skażenia Hg, czyli zakopane w lesie odpady świetlówek (Dmowski, 2000). Opad zimowy pszczół (martwe pszczoły zebrane wiosną z ula) (ryc. 1) zebrany z terenów rolniczych i miejskich wykorzystano do wykrycia i wskazania miejsca użytkowania zakazanych pestycydów (Sadowska i in., 2019). Dlatego zmieniająca się akceptacja społeczna powinna być uwzględniona w planowaniu nowoczesnego monitoringu. Nie będzie akceptacji dla uśmiercania pszczół.



Rycina 1. Pszczoły z opadu zimowego jako nowa propozycja bioindykatora do wskazania zanieczyszczenia terenów wiejskich i miejskich

Źródło: zbiory własne Pracowni Chemii Analitycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.

W wielu krajach badaną abiotyczną matrycą jest osad denny. Osady te mają istotny udział w deponowaniu i unieruchamianiu jonów metali oraz zanieczyszczeń organicznych, czyli odpowiadają za ich bio-geo-chemiczny obieg w badanym zbiorniku wodnym. Ich pobieranie jest także wystandaryzowane (ryc. 2). Przed analizą roztwarza się osad w wodzie królewskiej, ale także z dodatkiem do tej mieszaniny kwasu fluorowego, który ma zapewnić rozkład matrycy krzemianów i glinokrzemianów. Z perspektywy skażenia środowiska (nowe spojrzenie) i potencjalnej mobilności ksenobiotyków rozkład w tak drastycznych warunkach nie jest konieczny, wystarczy rozkład w kwasie azotawym (V) lub w samej wodzie królewskiej (Kowalska i in., 2014). Jednak tak uzyskane informacje – oparte na semicałkowitej zawartości po mineralizacji z kwasami – nie oddają rzeczywistego



Rycina 2. Pobieranie powierzchniowej warstwy osadu dennego z zastosowaniem czerpaka
Źródło: zbiory własne.

ryzyka, a dodatkowo ograniczają informacje o formach chemicznych ksenobiotyków. Tak jak w przypadku gleb, gdzie mobilność lub biodostępność zwiększone w wyniku zmian warunków glebowych są istotnymi parametrami, a nie całkowita zawartość. Podobnie analiza wód oparta na bezwzględnej zawartości nie mówi prawdy o potencjalnej propagacji skażenia. Woda z perspektywy analizy środowiskowej to dwie fazy, różniące się znacznie potencjałem transportu substancji toksycznych. Faza zawieszona (*suspended particles matter* – SPM) może szybko zostać włączona w osad denny i ograniczona zostanie jej rola w transporcie zanieczyszczeń, faza rozpuszczona – odpowiada za długodystansowy transport, jest także istotniejsza z perspektywy biodostępności ksenobiotyków np. dla ryb.

2.2. Pierwiastki technologicznie krytyczne – nowe wyzwanie dla analityki środowiska

Wraz z rozwojem nowych technologii pojawiają się nieznane wyzwania dla monitoringu i analityki środowiskowej. Przykładem może być wycofanie benzyny ołowiowej i wprowadzenie katalitycznego oczyszczania spalin. Efekty dość szybko były widoczne, pojawiły się nowe trendy odnotowywane podczas badań typu RTM. Stwierdzono spadkowe tendencje zawartości Pb w bioindykatorach, ale, niestety, towarzyszył im wzrost zawartości platynowców (PGEs) (Kowalska i in., 2014). Zanieczyszczenie pierwiastkami istotnymi dla nowych technologii (TCEs) wcale nie oznacza wysokiej ich zawartości – to raczej poziom co najwyżej kilku ng na gram suchej masy próbki środowiskowej. Niektóre pierwiastki z grupy TCEs, takie jak: PGEs, Hf, W i Ti, będą wprowadzone także w formie metalicznej o wysokim stopniu rozdrobnienia (submikro i nano). Dlatego konieczne będzie opracowanie nowych technik identyfikacji metalicznych form analitów. Nie będzie możliwe stosowanie jednej rutynowej techniki analitycznej, tj. spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (ICP-MS). Konieczne będzie łączenie technik mikroskopii elektronowej z techniką ICP-MS w trybie zliczania pojedynczych cząstek (Kińska i in., 2018) czy techniki ICP-MS z woltamperometrią inwersyjną (Kowalska i in., 2022). Dodatkowo wykorzystywanie specyficznych właściwości np. platynowców do nagromadzania tlenku węgla (Krasnodębska-Ostręga, Sadowska i Miecznikowski, 2022) oraz selektywnego roztwarzania pozwoli na oznaczanie nanocząstek (NPs) Pd, Pt i Rh obok siebie (Krasnodębska-Ostręga, Sadowska i Miecznikowski, 2022; Kowalska i in., 2022).

2.3. Zawiesina – zaniedbywany element środowiska wodnego

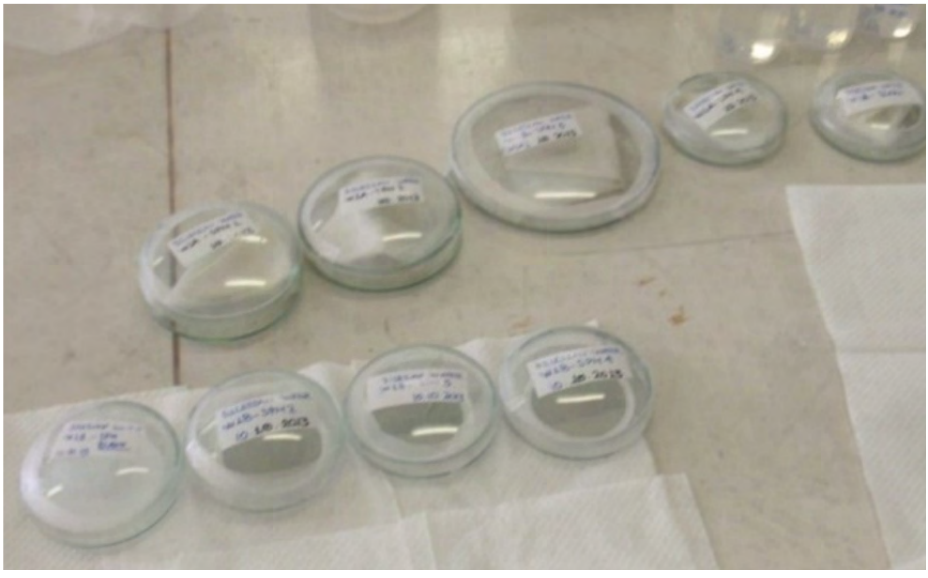
W przypadku oceny stopnia skażenia wód powierzchniowych zalecana jest przez US EPA (United States Environmental Protection Agency) mineralizacja próbek w systemie zamkniętym z kwasami (US EPA, 2024). Nowoczesny monitoring zbiorników wodnych powinien jednak zawierać etap oddzielania zawiesiny. Zgodnie z ustaleniami zawiesina powinna być definiowana poprzez operację oddzielenia (filtracji na sączku nitrocelulozowym o średnicy porów około 0,45 μm) (ryc. 3a) od fazy nazywanej rozpuszczalną. Z punktu widzenia oceny ryzyka propagacji zanieczyszczeń te dwie fazy to różne i komplementarne źródła informacji. W laboratoriach badawczych od dawna włącza się oznaczanie zawartości metali w obu fazach występujących w wodach odpadowych. Dane o tych fazach są szczególnie istotne podczas porównywania sezonów letnich o różnych ilościach opadów (Krasnodębska-Ostręga i in., 2009). Często w monitoringu nie uwzględnia się jednak zawiesiny jako elementu próbki wody (ryc. 3b). SPM jest istotną składową wody i odpowiada za deponowanie innych form chemicznych analitu niż faza rozpuszczona (Ospina-Alvarez i in., 2015; Krasnodębska-Ostręga i Golimowski, 2004). Przykładem badań uwzględniających SPM jako elementu próbki wody może być analiza talu i jego form chemicznych. W wodach o wysokim skażeniu cynkiem czy ołowiem zawartość talu, którego związki domieszkują rudy tych metali, jest niska, a znajdowany jest on w osadzie. W przeciwieństwie do fazy rozpuszczonej osad zawiera wysoce toksyczną formę, czyli tal trójwartościowy. Opracowana nowa procedura ekstrakcji i oznaczania zaawansowanymi technikami instrumentalnymi pozwoliła na wskazanie, która frakcja fizyczna zawiera i jaką formę chemiczną talu w wodach skażonych w wyniku wydobywania i przeróbki rud siarczkowych (Ospina-Alvarez i in., 2015).

W wyniku przemian próbki wody po pobraniu ze zbiornika może dojść do przejścia analitu z frakcji rozpuszczonej do zawiesiny i odwrotnie, co wpływa na biodostępność i mobilność pierwiastków w danym zbiorniku wodnym. Istotną rolę odgrywa tu rozpuszczalność różnych form chemicznych i ich powinowactwo do zawieszonej materii (SPM). Na przykład jony chromu (VI) są znacznie bardziej mobilne niż jony chromu (III); Cr(III) występuje głównie we frakcji zawieszonej, natomiast Cr(VI) jest głównie rozpuszczony (Markiewicz i in., 2015). W środowiskach wodnych arsen występuje w postaci toksycznych form nieorganicznych (dominujące formy) i metylo-As (na niższym poziomie), natomiast nietoksyczne formy organiczne

a)



b)



Rycina 3. Proces wydzielania zawiesiny z wód odpadowych z terenów skażonych rudami metali: a) filtracja pod zmniejszonym ciśnieniem, b) filtry z zawiesiną
Źródło: zbiory własne.

arsenu o wysokiej masie cząsteczkowej rzadko pojawiają się w rozpuszczonej frakcji (Jedynak i in., 2008). Dlatego włączenie określania specjacji fizycznej, czyli wskazania, jaka część całkowitej zawartości związana jest zawiesiną, a jaka jest w fazie rozpuszczonej, powinno być złotym standardem nowoczesnej analizy środowiskowej. A nawet powinno się rozważyć badanie specjacji chemicznej w obrębie obu faz fizycznych wody, która w przypadku wielu pierwiastków jest istotna środowiskowo (różna toksyczność poszczególnych form, np. As, Cr, Se).

3. Analiza specjacyjna – nowe wyzwanie analityki środowiska

3.1. Specjacja – definicje

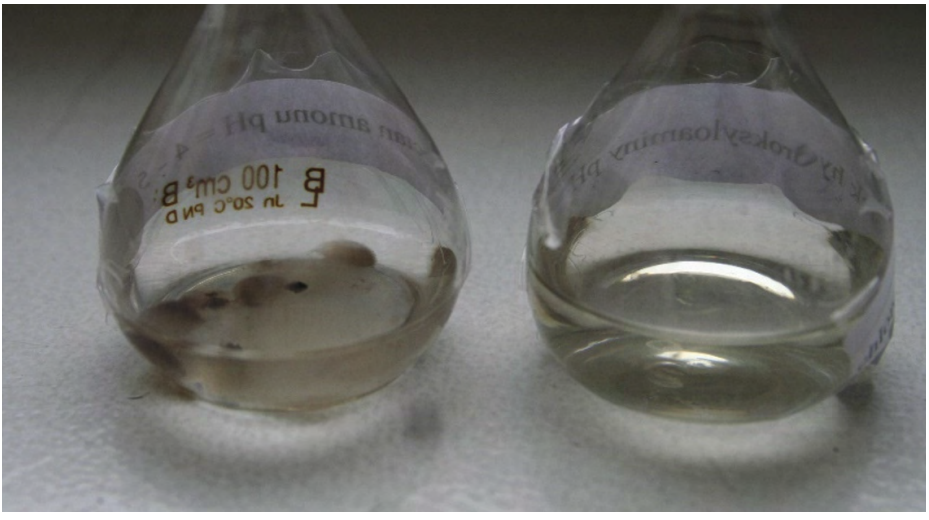
Analiza specjacyjna to zbiór czynności analitycznych, które prowadzą do uzyskania nie tylko wiedzy o całkowitej zawartości np. rtęci w mięśniach ryb, lecz także do wskazania zawartości metylo-Hg czy nawet formy metalicznej w małżach. Obecność metylo-Hg w pożywieniu prowadzi do ciężkiej choroby (katastrofa ekologiczna – Minamata, lata 60. XX w.) (Ekino i in., 2007). Od tych wydarzeń w Japonii uznano konieczność analizy nie tylko całkowitej zawartości, ale także analizy z podziałem na formy chemiczne, czyli analizy specjacyjnej, rtęci. Podobna sytuacja miała miejsce w USA (Hinkley, Kalifornia), gdzie lekceważono skażenie chromem – nie rozróżniano Cr(III) od Cr(VI) w wodach odprowadzonych do rzek. Teraz analiza specjacyjna chromu to jeden z elementów analizy wody pitnej (Vaiopoulou i Gikas, 2020). Niestety, katastrofy ekologiczne są dopiero bodźcem do akceptacji faktu, że informacja o całkowitej zawartości nie pokazuje prawdziwego zagrożenia dla środowiska.

Do początku XXI w. pojęcia dotyczące tego rodzaju zaawansowanej analityki środowiska były stosowane dość swobodnie, np. pod pojęciem specjacji kryło się oznaczanie zawartości Cr(III) i Cr(V) (Golimowski, Krasnodębska i Najdeker, 1995), ale także ilości Cr wymywanego kwasem octowym (Kowalska, Krasnodębska-Ostręga i Golimowski, 2002). Często używano nazwy „specjacja operacyjna", obecnie zmienionej na pojęcie „frakcjonowanie" (Krasnodębska-Ostręga, 2009). Uporządkowanie definicji powiązanych z tym tematem nastąpiło z inicjatywny Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC) poprzez publikację w czasopiśmie „Pure and Applied Chemistry" z 2000 r. (Templeton i in., 2000). Wprowadzono wówczas

pojęcia: specjacji chemicznej, specjacji grupowej i frakcjonowania. Przyjmuje się, że specjacja to występowanie różnych fizycznych i chemicznych form danego pierwiastka w badanym materiale, a analiza specjacyjna to identyfikacja form chemicznych danego pierwiastka i ich ilościowe oznaczanie w badanym materiale. Spotyka się jeszcze termin „specjacja fizyczna", czyli rozróżnienie stanu skupienia (jonowa forma lub metaliczna). Pojawia się także pojęcie „specjacji szczegółowej" lub „właściwej", czyli określenie chemicznej istoty badanych związków, występujących w badanej próbce, a także „specjacji grupowej", czyli określenie łącznej zawartości pewnej grupy związków badanego pierwiastka, np. wszystkich związków, w których chrom jest na trzecim stopniu utlenienia. Wprowadzony na początku XX w. termin „frakcjonowanie" definiowany jest jako akt określenia zawartości analitu lub grupy analitów w badanej próbce zgodnie z ich fizycznymi (rozpuszczalność, wielkość) lub chemicznymi (reaktywność) właściwościami. Frakcjonowanie to specjacja określona operacją analityczną, ekstrakcją z fazy stałej do roztworu ekstrahenta (*soild liquide extraction* – SLE), dająca możliwość wydzielenia określonej grupy związków danego pierwiastka ze stałej matrycy środowiskowej (Krasnodębska-Ostręga, 2009). Mnogość podejść do tego tematu wywołała potrzebę ujednolicenia badań. Komisja Unii Europejskiej, a wcześniej Wspólnotowe Biuro Referencyjne (Bureau Community of Reference – BCR), w ramach programu mającego na celu unormowanie badań środowiskowych (*The Standards, Measurements and Testing Program*), po przeprowadzeniu badań międzylaboratoryjnych zaproponowała procedurę ekstrakcji zwyczajowej, zwaną ekstrakcją BCR (Quevauviller i in., 1994).

Analiza specjacyjna i frakcjonowanie to jedne z trudniejszych zadań analitycznych. Problemy to niedefiniowalne błędy na każdym etapie tych złożonych procedur, począwszy od odpowiedniego wybrania miejsca pobierania, niestabilności specjacji po akcie pobrania, wpływu transportu i przechowywania do czasu analizy. Trudna jest także walidacja tej procedury (określenie spójności pomiarowej). Ograniczony jest dostęp do materiałów odniesienia, które należy zastosować w uwiarygodnianiu wyników, trudno znaleźć także dwie techniki analityczne o podobnej granicy oznaczalności, aby zweryfikować poprawność uzyskanej wartości. W większości przypadków walidacja specjacji to badanie odzysku na dwóch poziomach stężeń analitu. Mimo to nowoczesny monitoring powinien włączyć analizę specjacyjną do badań środowiskowych. Jednak przy dużej skali obserwacji, kiedy mamy do czynienia z długoterminowymi badaniami na dużych

obszarach, należy pamiętać o wysokim ryzyku zmiany pierwotnej specjacji. Na przykład, równowaga Cr(VI) / Cr(III) jest delikatna i wpływa na nią wiele czynników. Po pobraniu wody próbka zostaje wyeksponowana na światło, ciepło i natlenienie. Rusza reakcja utleniania Cr(III) do Cr(VI) oraz wytrącenia wtórnej SPM. Wytrącające się tlenki i wodorotlenki żelaza (III) i manganu (IV) adsorbują związki Cr, zmienia się specjacja nie tylko chemiczna, ale i fizyczna. Ilość zawieszonych cząstek jest bezwzględnie większa niż pierwotnie, a dodatkowo adsorpcja Cr(VI) na SPM mylnie obniża oszacowany potencjał toksyczności frakcji rozpuszczonej (Markiewicz i in., 2015). Kolejny problem to próba utrwalenia pierwotnej specjacji, np. zakwaszanie (rutynowo obniża się pH do wartości 1–2); powoduje to desorpcję zdeponowanych anionów Cr(VI), As(V) i As(III). Dodatek jonów chelatujących też nie jest obojętny dla pierwotnej specjacji. Związki Fe(III) i Tl(III) będą termodynamicznie preferowane, a zatem układ będzie je „sztucznie" wytwarzał (ogromna różnica w stałych trwałości kompleksów dla różnych stopni utlenienia). Dodatkowo często reakcje redukcji lub utleniania są znacznie szybsze niż tworzenie kompleksów, które mają być gwarancją stabilności np. Tl(III) – skrajnie niestabilna forma talu (Krasnodębska-Ostręga i in., 2010). W przypadku biomonitoringu jeszcze bardziej się to komplikuje, kiedy należy „wyjąć" specjację z tkanki roślinnej (Sadowska, Biaduń i Krasnodębska-Ostręga, 2016).



Rycina 4. Roztwór ekstraktu glebowego przechowywany przez kilka miesięcy bez i z dodatkiem kwasu azotowego (V)
Źródło: zbiory własne.

Dlatego nowoczesny monitoring ma do rozwiązania wiele problemów, a działania powinny być przemyślane i ograniczać otrzymywanie mylnych informacji na podstawie próbek źle zabezpieczonych przed przemianami podczas przechowywania (ryc. 4). Powinno się rozdzielać formy specjacyjne tuż po pobraniu, na miejscu próbkowania – technika analityczna powinna być prosta i „przenośna", tak jak ekstrakcja do fazy stałej z wykorzystaniem kolumienek komercyjnie dostępnych (Krasnodębska-Ostręga i in., 2022a; Kowalska i in., 2023). Pozwoli ominąć etap utrwalania chemicznego specjacji pierwotnej i pozwolić na analizę w trybie LTM.

3.2. Biodostępność i mobilność – parametry opisujące realne ryzyko środowiskowe

3.2.1. Specjacja funkcjonalna

Szczególny przykład analizy specjacyjnej to specjacja funkcjonalna. Ma ona na celu określenie zawartości związków danego pierwiastka z punktu widzenia założonej funkcji, np. mobilności lub biodostępności, czyli określenie stopnia wymywania pierwiastków z gleb i osadów (Krasnodębska-Ostręga, Kaczorowska i Golimowski, 2006), pobierania, przyswajania i akumulowania w roślinach lub tkankach zwierząt (Krasnodębska-Ostręga i in., 2022b; Dmowski i in., 2014). Z punktu widzenia oceny stanu środowiska naturalnego całkowita zawartość nie ma znaczenia, istotne jest, jaka ilość jest dostępna biologicznie / mobilna chemicznie w danych warunkach środowiskowych, dlatego stosuje się ekstrakcję z matrycy gleby czy osadu do roztworu ektrahenta uznanego powszechnie za dobry i wykorzystywany przez wielu analityków. Do takich procedur należy pojedyncza 16-godzinna ekstrakcja 0,43 mol L^{-1} kwasem octowym (mobilność) czy roztworem 0,05 mol L^{-1} soli kwasu wersenowego (biodostępność) (Krasnodębska-Ostręga, Kaczorowska i Golimowski, 2006; Hong i in., 1999). Podczas analizy wyników uzyskanych na podstawie jedynie całkowitej zawartości można było mylnie wskazać glebę okolic Huty Katowice jako tę „bezpieczniejszą" niż glebę z Łomianek (okolice Warszawy), gdy zaś oceniono mobilność (Cd, Pb i As), okazało się, że silnie przeobrażona antropogenicznie okolica huty ma wyższy potencjał do skażenia wód gruntowych czy roślin na niej rosnących (Kowalska, Krasnodębska-Ostręga i Golimowski, 2002).

3.2.2. Nanocząstki w środowisku glebowym

Stałe zanieczyszczenia w wymiarach submikro czy nano to kolejne wyzwanie dla nowoczesnego monitoringu opartego na szeroko pojętej analizie

specjacyjnej, z włączeniem specjacji fizycznej (formy metaliczne i jonowe) i operacyjnej (mobilność lub/i retencja). Szczególnie jest to istotne dla środowiska glebowego. Potwierdzono już, że nanoformy ditlenku tytanu są pobierane przez rośliny i tam zwiększają stres oksydacyjny (Kamalizadeh, Bihamta i Zarei, 2019). Ten fotokatalizator jest w stanie w obecności promieniowania UV zdegradować nawet związki powierzchniowo czynne (Lejbt i in., 2016), a co dopiero tkanki roślinne. W glebie próchnicznej metaliczne cząstki platyny ulegają znacznej przemianie, prowadząc do zwiększenia biodostępności. Po 30 dniach interakcji pyłu tunelowego z glebą wyekstrahowano jako jony ponad 50% pierwotnie metalicznej platyny (Lustig i in., 1996). Dlatego tak istotne jest poznawanie mechanizmów degradacji lub immobilizacji NPs w glebach.

Przydatnym narzędziem jest frakcjonowanie połączone z etapem inkubacji NPs w glebie, z dodatkiem małocząsteczkowych kwasów organicznych imitujących efekt oddziaływania ryzosfery (np. cytrynianów czy szczawianów). Na podstawie ekstrakcji pojedynczej kwasem octowym (BCR schemat) określono mobilność form jonowych palladu i rodu oraz ich nanoform w glebie. Składniki gleby silnie unieruchamiają zarówno nano, jak i jonowe formy rodu (Kowalska i in., 2022). Dwumiesięczna inkubacja, niezależnie od obecności cytrynianów, pokazuje, że ruchliwość platyny jest bardzo niska (zawartość w ekstrakcie – 0,43 mol L^{-1} kwasu octowego), poniżej 1% w przypadku form jonowych, a w przypadku Pt-NPs poniżej granicy wykrywalności metody. Dodatek karbonizatu (biowęgla) do gleby torfowej nie zwiększył immobilizacji platyny, gdyż efektywność wymywania frakcji mobilnej, redukowalnej i organicznej nie uległa zauważalnie zmianie (Kowalska i in., 2024). Ciekawym aspektem związanym z obecnością NPs w bioindykatorach jest nie tylko ich zdolność do bioakumulacji np. Pd-NPs w gorczycy (Kińska i in., 2018), ale ich wytwarzania Se-NPs w tkankach grzybów (Liang i in., 2019). Nanocząstki to kolejne wyzwanie analityczne w monitoringu stanu środowiska.

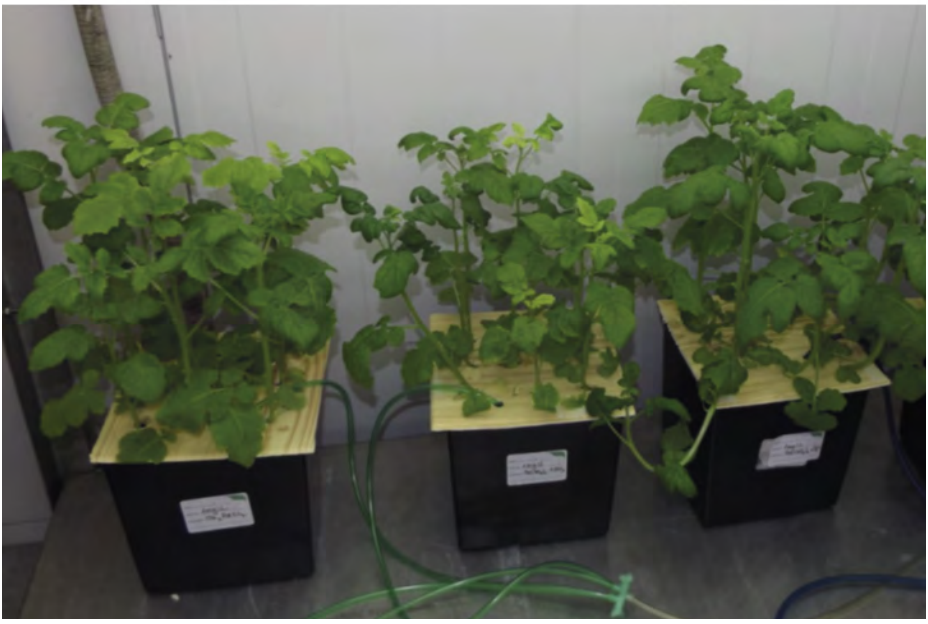
3.3. Badania modelowe a naturalne obiekty badań

Badania modelowe są nierozłącznym elementem analityki środowiska. Większość procedur jest optymalizowana na podstawie doświadczeń w roztworach wzorcowych w kontrolowanych warunkach. Następnie ocenia się ich aplikacyjność.

Przykładem takiego podejścia, z jednoczesnym wprowadzeniem nowoczesnych narzędzi statystycznych do oceny poprawności procedury, optymalizowanych na podstawie badań modelowych, był monitoring stanu skażenia z wykorzystaniem pszczół miodnych. Było to ważne z perspektywy zaproponowania martwych pszczół z osypu zimowego (nie ma potrzeby uśmiercania aktywnych) jako bioindykatora skażenia terenów miejskich i wiejskich. Wcześniejsze badania i dane literaturowe wskazują, że jest to dobra propozycja, jednak istotne było ocenienie, czy i jak konfekcjonować, mielić, roztwarzać, aby uzyskać dobre informacje analityczne o danym terenie, gdzie żyją pszczoły (o określonym terytorium). Jeżeli dane mają być pozyskiwane w różnych laboratoriach, powinna to być procedura prosta i odporna na drobne różnice wynikające ze stylu pracy w różnych ośrodkach. Jest to istotne w monitoringu o znacznej skali obszarowej. Każdą zaproponowaną procedurę przygotowania próbki scharakteryzowano pod kątem powtarzalności i odzysku, a także porównano statystycznie – analizą jednego czynnika wariancji (ANOVA) – i chemometrycznie – analizą głównych składowych (PCA). Pozwoliło to sformułować podstawowe zalecenia monitoringowe oparte na analizie osypu zimowego pszczół miodnych (Sadowska i in., 2021).

Mechanizmy obronne roślin (detoksykacja pobranych ksenobiotyków) są także obiektem badań w nowej koncepcji analizy stanów środowiskowych i aspektów remediacji np. przenawożonych gleb uprawnych. Rośliny to istotny element łańcuchów pokarmowych, także dla człowieka. Dlatego tak istotne jest, co dzieje się z pobranymi ksenobiotykami, czy są przeprowadzone w bierne formy, czy ulegają transformacji w groźniejsze. Badania oparte na uprawach hydroponicznych (ryc. 5a) nie są może najlepszym rozwiązaniem, ale w tych warunkach można kontrolować wiele czynników i mieć pewność, że dodana toksyna do pożywki jest jedynym stresorem dla rośliny, następnie można poszerzyć eksperymenty o uprawy gazonowe (ryc. 5b) (Krasnodębska-Ostręga, Sadowska i Ostrowska, 2012). Uprawy hydroponiczne w obecności soli talu (I) (Krasnodębska-Ostręga i in., 2008), a następnie gazonowe na glebach z dodatkiem osadów poflotacyjnych zawierających tal potwierdziły pobieranie znacznych ilości Tl(I) oraz utlenianie do Tl(III) w liściach (Krasnodębska-Ostręga, Sadowska i Ostrowska, 2012). Uprawy hydroponiczne gorczycy w obecności poszczególnych form chemicznych arsenu wskazały, że w tkankach *Sinapis alba* narażonych na działanie arseninów (III) i arsenianów (V) zidentyfikowano fitochelatyny, a ich obecność korelowała z wysoką zawartością As, zaś uprawa w obecności

a)



b)



Rycina 5. Uprawy gorczycy białej: a) hydroponiczne na pożywce domieszkowanej wzorcami, b) gazonowe na glebach wzbogaconych w osady
Źródło: zbiory własne.

metylopochodnych arsenu (mniej toksycznych związków) nie wykazała ich syntezy. Ten mechanizm obronny nie jest zaburzany po dodaniu jonów talu (I) (bardzo toksyczny jon) do pożywki, dalej obserwowano wiązanie w kompleksy arsenu z fitochelatynami, jednak rośliny były zdeformowane morfologicznie (Kowalska i in., 2015). Odkryty mechanizm także został rozpoznany w roślinach (*Gernium robertianum* i *Urtica dioica*) rosnących na innych terenach skażonych arsenem, fitochelatyny znajdowano we wszystkich badanych gatunkach roślin (Jedynak, Kowalska i Leporowska, 2012). Badania nie na glebie, lecz na sztucznym podłożu, na piasku kwarcowym wystawionym na oddziaływanie czynników naturalnych, tj. na wiatr, opady atmosferyczne i propagację pyłu drogowego, były dobrym rozwiązaniem



Rycina 6. Kontenery wypełnione piaskiem kwarcowym stosowanym do adsorpcji palladu i platyny pochodzenia antropogenicznego – ciągi komunikacyjne
Źródło: zbiory własne.

w monitoringu platynowców wzdłuż ciągów komunikacyjnych (Kowalska i in., 2014). Monitorowanie zawartości metali z grupy platynowców jest konieczne od czasu wprowadzenia katalizatorów samochodowych. Wykorzystano silną adsorpcję związków tych metali na powierzchni rozdrobnionego kwarcu, co pozwoliło stwierdzić ich obecność i wskazać zakres ich transportu w funkcji odległości od drogi. Analiza gleb praktycznie była niemożliwa. Złożoność matrycy, obecność interferentów oraz konieczność roztwarzania (drastyczne warunki) praktycznie uniemożliwiły oznaczenie zawartości platyny i palladu, dlatego badania na modelowej matrycy były jedynym rozwiązaniem.

4. Podsumowanie

Nowoczesny monitoring środowiska przeobrażonego antropogenicznie i z ograniczonym wpływem człowieka, tzw. naturalnego, to nowe wyzwanie. W przyszłości ocena skażenia nie powinna opierać się na interpretacji i ocenie ryzyka jedynie na podstawie całkowitej zawartości. Formy bierne środowiskowo, niemobilne lub niedostępne dla organizmów żywych nie wnoszą istotnych informacji i nie powinny nas interesować. Większość ekosystemów nosi ślady aktywności człowieka, dlatego realna i ważna informacja to informacja o formach chemicznych i fizycznych pierwiastka uznanego za toksyczny (np. arsenu) lub niezbędny do życia (selenu).

Niestety, nie można monitorować na tak ogromną skalę wszystkich form chemicznych lub/i fizycznych substancji uznanych za istotne środowiskowo, narzuca to wybór kilku elementów informacji, jakie możemy uzyskać, stosując zaawansowane techniki analityczne. Przykładem jest arsen, z punktu widzenia prawidłowej obserwacji ryzyka skażenia tym pierwiastkiem ryżu istotna jest znajomość ilości sumarycznej form nieorganicznych – arseniany (III) i arseniany (V)(toksyczne) w wodzie nawadniającej pola ryżowe, a nie zawartość form organicznych (obniżona toksyczność).

Nanocząstki to tzw. konie trojańskie w poszczególnych ekosystemach – ich skład oraz to, co adsorbują, są istotne środowiskowo. Ich rozmiar powoduje, że nie ma dla nich barier, a potencjalna ich degradacja wymaga oceny ryzyka zanieczyszczenia nimi. Przykładem może być ditlenek tytanu – ta bierna cząsteczka chemicznie migruje w środowisku glebowym, a po pobraniu przez rośliny zwiększa stres oksydacyjny (fotokatalizator, promieniowanie z zakresu UV) roślin podczas ekspozycji na światło słoneczne.

Nowe stopy to nowe wyzwania, ich fizyczna degradacja to wzrost metali rzadkich wzdłuż ciągów komunikacyjnych (stopy PGEs) lub na składowiskach odpadów fotowoltaicznych ogniw (CdTe). Poznanie ich szlaków degradacji biochemicznej i szlaków ich migracji zaczyna być konieczne, a opracowanie narzędzi powinno wpisywać się w zrównoważony rozwój gospodarczy.

Opracowywanie nowych narzędzi poznawczych, tj. techniki pobierania próbek bez zmiany specjacji, ich przygotowania do analizy, a także uwiarygodnienia wyniku, to nowe wyzwania analityki środowiska. Zrównoważona gospodarka środowiskiem naturalnym i tym przeobrażonym to nic innego jak takie korzystanie z tych zasobów, które pozwala zaspokoić potrzeby zarówno nasze obecne, jak i przyszłych pokoleń. Już dziś musimy poznać tło środowiskowe np. TCEs i śledzić trendy zmian ich zawartości czy szlaki migracji. Nie można zapomnieć o badaniu mechanizmów ich detoksykacji czy biomagnifikacji, dlatego opracowywanie nowych procedur jest niezbędne, nawet jeśli dziś te substancje są na niskim (nieszkodliwym) poziomie zawartości w poszczególnych elementach otaczającej nas przyrody. Chemia analityczna wpisuje się w nowoczesny monitoring środowiska i jest elementem zrównoważonego gospodarowania zasobami. Badania naukowe w tej dziedzinie chemii umożliwiają poznanie zagrożeń oraz „dobrodziejstw", jakie oferuje postęp technologiczny.

Bibliografia

Choi J., Yang D.-B., Hong G., 2010. *Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides in Manila clams (Ruditapes philippinarum) collected from the Mid-Western coast of Korea*, „Ocean and Polar Research", vol. 32(3), s. 237–245, https://doi.org/10.4217/OPR.2010.32.3.237.

Dmowski K., 2000. *Environmental monitoring of heavy metals with magpie (Pica pica) feathers – an example of Polish polluted and control areas*, w: B. Markert, K. Friese (red.), *Trace Metals in the Environment, Trace Elements – Their Distribution and Effects in the Environment*, Elsevier, s. 455–477, https://doi.org/10.1016/S0927-5215(00)80020-X.

Dmowski K., Rossa M., Kowalska J., Krasnodębska-Ostręga B., 2014. *Thallium in spawn, juveniles, and adult common toads (Bufo bufo) living in the vicinity of a zinc-mining complex, Poland*, „Environmental Monitoring and Assessment", vol. 187, 4141, https://doi.org/10.1007/s10661-014-4141-7.

Ekino S., Susa M., Ninomiya T., Imamura K., Kitamura T., 2007. *Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury*

poisoning, „Journal of the Neurological Sciences, Environmental Neurology", vol. 262(1–2), s. 131–144, https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.036.

German Environmental Specimen Bank, 2024a. Development and Organisation, [WWW Document], 2024, URL, https://www.umweltprobenbank.de/en/documents/10020 (dostęp: 7.04.2024 r.).

German Environmental Specimen Bank, 2024b. Procedures: Collecting – Processing – Storage – Analysis [WWW Document], URL, https://www.umweltprobenbank.de/en/documents/12158 (dostęp: 7.08.2024 r.).

Golimowski J., Krasnodębska B., Najdeker E., 1995. *Voltammetric determination of Cr(III) in plating baths containing Cr(III) salts as the main component*, „Fresenius' Journal of Analytical Chemistry", vol. 352, s. 544–546, https://doi.org/10.1007/BF00323070.

Hong P.K.A., Li C., Banerji S.K., Regmi T., 1999. *Extraction, recovery, and biostability of EDTA for remediation of heavy metal-contaminated soil*, „Journal of Soil Contamination", vol. 8(1), s. 81–103, https://doi.org/10.1080/10588339991339243.

International Environmental Specimen Bank Group, 2015. Umweltbundesamt, [WWW Document], URL, https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/chemicals/international-environmental-specimen-bank-group (dostęp: 7.04.2024 r.).

Jedynak L., Kieroński P., Kowalska J., Golimowski J., 2008. *Speciation analysis of arsenic by HPLC-UV in highly contaminated water samples*, „Chemia Analityczna", vol. 53(4), s. 557–568.

Jedynak Ł., Kowalska J., Leporowska A., 2012. *Arsenic uptake and phytochelatin synthesis by plants from two arsenic-contaminated sites in Poland*, „Polish Journal of Environmental Studies", vol. 21(6), s. 1629–1633.

Kamalizadeh M., Bihamta M., Zarei A., 2019. *Drought stress and TiO2 nanoparticles affect the composition of different active compounds in the Moldavian dragonhead plant*, „Acta Physiologiae Plantarum", vol. 41(2), 21, https://doi.org/10.1007/s11738-019-2814-0.

Kińska K., Jiménez-Lamana J., Kowalska J., Krasnodębska-Ostręga B., Szpunar J., 2018. *Study of the uptake and bioaccumulation of palladium nanoparticles by Sinapis alba using single particle ICP-MS*, „Science of the Total Environment", vol. 615, s. 1078–1085, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.203.

Kowalska J., Krasnodębska-Ostręga B., Golimowski J., 2002. *Electroanalytical methods for determination of the metal content and acetic-acid-available metal fractions in soils*, „Analytical and Bioanalytical Chemistry", vol. 373, s. 116–118, https://doi.org/10.1007/s00216-002-1293-z.

Kowalska J., Kińska K., Pałdyna J., Czyżewska M., Boder K., Krasnodębska-Ostręga B., 2014. *Determination of traces of Pt and Rh in soil and quartz samples contaminated by automobile exhaust after an ion-exchange matrix separation*, „Talanta", vol. 127, s. 250–254, https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.04.017.

Kowalska J., Kińska K., Sadowska M., Biesaga M., Krasnodębska-Ostręga B., 2015. *The role of phytochelatins in Sinapis alba L. response to stress caused by two toxic elements As and Tl*, „International Journal of Environmental Analytical Chemistry", vol. 95(12), s. 1148–1156, https://doi.org/10.1080/03067319.2015.1085527.

Kowalska J., Biaduń E., Kińska K., Gniadek M., Krasnodębska-Ostręga B., 2022. *Tracking changes in rhodium nanoparticles in the environment, including their mobility and bioavailability in soil*, „Science of the Total Environment", vol. 806, 151272, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151272.

Kowalska J., Drwal A., Tutaj K., Kovshun L., Krasnodębska-Ostręga B., 2023. *On site separation of inorganic forms of thallium and arsenic in sea water systems followed by ICP-MS determination*, „Analytical Methods", vol. 15(44), s. 6082–6087. https://doi.org/10.1039/D3AY01292A.

Kowalska J., Bortka K., Sadowska M., Kińska K., Krasnodębska-Ostręga B., 2024. *Sample preparation – A crucial step to distinguish metallic and ionic platinum forms and their mobility in soil*, „Chemosphere", vol. 352, 141331, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141331.

Krasnodębska-Ostręga B., Golimowski J., 2004. *Element fractionation in suspended matter in landfill leachate using single extractions*, „Microchimica Acta", vol. 146(1), s. 7–11, https://doi.org/10.1007/s00604-003-0170-6.

Krasnodębska-Ostręga B., Kaczorowska M., Golimowski J., 2006. *Ultrasound-assisted extraction for the evaluation of element mobility in bottom sediment collected at mining and smelting Pb–Zn ores area in Poland*, „Microchimica Acta", vol. 154, s. 39–43, https://doi.org/10.1007/s00604-006-0497-x.

Krasnodębska-Ostręga B., Asztemborska M., Golimowski J., Strusińska K., 2008. *Determination of thallium forms in plant extracts by anion exchange chromatography with inductively coupled plasma mass spectrometry detection (IC-ICP-MS)*, „Journal of Analytical Atomic Spectrometry", vol. 23(12), s. 1632–1635, https://doi.org/10.1039/B804456B.

Krasnodębska-Ostręga B., 2009. *Frakcjonowanie jako metoda oceny mobilności pierwiastków w glebach i osadach*, w: D. Barałkiewicz, E. Bulska (red.), *Specjacja chemiczna. Problemy i możliwości*, Malamut, Warszawa.

Krasnodębska-Ostręga B., Jedynak Ł., Galus M., Pałdyna J., Golimowski J., 2009. *Fractionation of selected elements in water samples from the mining and smelting area*, „Chemia Analityczna", vol. 54(5), s. 1009–1019.

Krasnodębska-Ostręga B., Pałdyna J., Wawrzyńska M., Stryjewska E., 2010. *Indirect anodic stripping voltammetric determination of Tl(I) and Tl(III) in the Baltic seawater samples enriched in Thallium species*, „Electroanalysis", vol. 23(3), s. 605–610, https://doi.org/10.1002/elan.201000399.

Krasnodębska-Ostręga B., Sadowska M., Ostrowska S., 2012. *Thallium speciation in plant tissues-Tl(III) found in Sinapis alba L. grown in soil polluted with tailing*

sediment containing thallium minerals, „Talanta", vol. 93, s. 326–329, https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.02.042.

Krasnodębska-Ostręga B., Sadowska M., Miecznikowski K., 2022. *Selective determination of Pd nanostructures in environmental matrices – Application of a carbon monoxide probe*, „Electrochimica Acta", vol. 429, 140999, https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.140999.

Krasnodębska-Ostręga B., Drwal A., Biaduń E., Kowalska J., 2022a. *On-site separation of arsenic species using a sorbent C18 column modified with APDC followed by ICP-MS determination*, „Journal of Analytical Atomic Spectrometry", vol. 37(4), s. 229–232, https://doi.org/10.1039/D1JA00354B.

Krasnodębska-Ostręga B., Sadowska M., Biaduń E., Mazur R., Kowalska J., 2022b. *Sinapis alba as a useful plant in bioremediation – studies of defense mechanisms and accumulation of As, Tl and PGEs*, „International Journal of Phytoremediation", vol. 24(14), s. 1475–1490, https://doi.org/10.1080/15226514.2022.2036098.

Lejbt B., Ospina-Alvarez N., Miecznikowski K., Krasnodębska-Ostręga B., 2016. *TiO2 assisted photo-oxidation of wastewater prior to voltammetric determination of trace metals: Eco-friendly alternative to traditional digestion methods*, „Applied Surface Science", vol. 388, s. 664–669, numer specj. E-MRS 2015 Fall Meeting, Symposium D: „12th International Symposium on Electrochemical/Chemical Reactivity of New Materials (ECRNM 12) – Surface Science – key to understand advanced materials", 15th–18th September 2015, Warsaw, Poland, https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.01.112.

Liang X., Perez M.A.M.-J., Nwoko K.C., Egbers P., Feldmann J., Csetenyi L., Gadd G.M., 2019. *Fungal formation of selenium and tellurium nanoparticles*, „Applied Microbiology and Biotechnology", vol. 103, s. 7241–7259, https://doi.org/10.1007/s00253-019-09995-6.

Lustig S., Zang S., Michalke B., Schramel P., Beck W., 1996. *Transformation behaviour of different platinum compounds in a clay-like humic soil: speciation investigations*, „Science of the Total Environment", vol. 188(2–3), s. 195–204, https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05172-8.

Markiewicz B., Komorowicz I., Sajnóg A., Belter M., Barałkiewicz D., 2015. *Chromium and its speciation in water samples by HPLC/ICP-MS – technique establishing metrological traceability: A review since 2000*, „Talanta", vol. 132, s. 814–828, https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.10.002.

Odsjö T., 2006. *The environmental specimen bank, Swedish Museum of Natural History – A base for contaminant monitoring and environmental research*, „Journal of Environment Monitoring", vol. 8(8), s. 791–794, https://doi.org/10.1039/b602676c.

Ospina-Alvarez N., Burakiewicz P., Sadowska M., Krasnodębska-Ostręga B., 2015. *Tll and TlIII presence in suspended particulate matter: speciation analysis of thallium in wastewater*, „Environment Chemistry", vol. 12(3), s. 374–379, https://doi.org/10.1071/EN14181.

Quevauviller P., Rauret G., Muntau H., Ure A.M., Rubio R., López-Sánchez J.F., … Griepink B., 1994. *Evaluation of a sequential extraction procedure for the determination of extractable trace metal contents in sediments*, „Fresenius' Journal of Analytical Chemistry", vol. 349, s. 808–814, https://doi.org/10.1007/BF00323110.

Sadowska M., Biaduń E., Krasnodębska-Ostręga B., 2016. *Stability of Tl(III) in the context of speciation analysis of thallium in plants*, „Chemosphere", vol. 144, s. 1216–1223, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.079.

Sadowska M., Gogolewska H., Pawelec N., Sentkowska A., Krasnodębska-Ostręga B., 2019. *Comparison of the contents of selected elements and pesticides in honey bees with regard to their habitat*, „Environment Science and Pollution Research", vol. 26(1), s. 371–380, https://doi.org/10.1007/s11356-018-3612-8.

Sadowska M., Hyk W., Ruszczyńska A., Roszak A., Mycka A., Krasnodębska-Ostręga B., 2021. *Statistical evaluation of the effect of sample preparation procedure on the results of determinations of selected elements in environmental samples. Honey bees as a case study*, „Chemosphere", vol. 279(170), 130572, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130572.

Stryjewska E., Krasnodębska-Ostręga B., Biata H., Teperk J., Rubel S., 1994. *Heavy metal determination in moss samples from the Kampinos National Park*, „Chemia Analityczna", vol. 39, s. 483–490.

Subramanian K.S., Iyengar G.V. (red.), 1997. *Environmental Biomonitoring: Exposure Assessment and Specimen Banking*, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, ACS Symposium Series 654, American Chemical Society, Washington, D.C.

Tanabe S., Ramu K., 2010. *Environmental Specimen Bank (es-BANK) of Ehime University, Japan – Current Status and Future Perspectives*, „Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry – Environmental Specimen Bank", s. 1–5.

Templeton D.M., Ariese F., Cornelis R., Danielsson L.-G., Muntau H., van Leeuwen H.P., Lobinski R., 2000. *Guidelines for terms related to chemical speciation and fractionation of elements. Definitions, structural aspects, and methodological approaches (IUPAC Recommendations 2000)*, „Pure and Applied Chemistry", vol. 72(8), s. 1453–1470, https://doi.org/10.1351/pac200072081453.

UK-SCAPE, 2024. The UK Status, Change and Projections of the Environment (UK-SCAPE) [WWW Document], URL, https://uk-scape.ceh.ac.uk/about (dostęp: 7.08.2024 r.).

US EPA, 2024. United States Environmental Protection Agency, Search – digestion [WWW Document], URL, https://search.epa.gov/epasearch/?querytext=digestion&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeofsearch=epa&result_template=#/ (dostęp: 7.08.2024 r.).

Vaiopoulou E., Gikas P., 2020. *Regulations for chromium emissions to the aquatic environment in Europe and elsewhere*, „Chemosphere", vol. 254, 126876, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126876.

Maria Magdalena Kenig-Witkowska
Uniwersytet Warszawski, Wydział Prawa i Administracji
ORCID: 0000-0003-0176-2130



Koncepcja zrównoważonego rozwoju w prawie międzynarodowym, unijnym i polskim

1. Wprowadzenie

Zrównoważony rozwój ma podstawowe znaczenie dla procesów rozwoju społeczno-gospodarczego, gdyż z założenia weryfikuje zasadność podejmowanych działań z perspektywy zachowania i ochrony środowiska naturalnego. Założenia te dotyczą elementu zaspokajania potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń. Zważywszy na globalny charakter zagrożeń dla środowiska, a co za tym idzie – zagrożeń dla egzystencji człowieka, koniecznością stało się poszukiwanie przez społeczność międzynarodową rozwiązań prawnych gwarantujących możliwie szeroki zakres ochrony środowiska (Capitani i Comazzetto, 2019). Stąd rozważania na temat określenia kategorii prawnej (koncepcja, zasada, norma, cel) związanej ze zrównoważonym rozwojem z perspektywy poziomu normatywności, abstrakcyjności i ogólności proponowanych kategorii są niezwykle ważne dla procesów stanowienia, stosowania i egzekwowania prawa w tej materii.

2. Perspektywa prawa międzynarodowego

W stosunku do zrównoważonego rozwoju w obrocie prawnomiędzynarodowym używa się takich terminów, jak: koncepcja, zasada, norma, dopełniając ten katalog terminem „cel" i pochodnymi wariantami tych pojęć. Zrównoważony rozwój (*sustainable development*) – przedstawiony w 1987 r. w Raporcie Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju (Report of the

World Commission on Environment and Development, WCED, tzw. Raport Brundtland) – stał się punktem przełomowym na skalę globalną dla rozwoju koncepcji podejścia społeczności międzynarodowej do zagadnień związanych ze środowiskiem i rozwojem społeczno-gospodarczym (UN General Assembly, 1987)[1]. W Raporcie została przedstawiona kompleksowa propozycja zintegrowanego podejścia do zagadnień rozwoju społeczno-gospodarczego z perspektywy ochrony środowiska. Użyty w niej termin *sustainable development* daje podstawę do wyróżnienia jej czterech kluczowych elementów. Są to: 1) konieczność uwzględnienia potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń; 2) zaakceptowanie ograniczeń w ich zaspokajaniu, m.in. w eksploatacji zasobów naturalnych; 3) przyjęcie zasady sprawiedliwości międzypokoleniowej w podziale praw i obowiązków; 4) zintegrowane podejście do zagadnień środowiska i rozwoju (IUCN, UNEP, WWF, 1980)[2].

Koncepcja zrównoważonego rozwoju szybko znalazła wyraz w różnego rodzaju aktach prawnych i tekstach prawniczych, z których najczęściej cytowanym jest Deklaracja z Rio de Janeiro z 1992 r. i Agenda 21 (*Dokumenty końcowe*…, 1998). Artykuł 4 Deklaracji z Rio de Janeiro stanowi, że w celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju ochrona środowiska powinna stanowić nierozłączną część procesu rozwoju i nie może być rozpatrywana oddzielnie od niego. Podejście to zostało potwierdzone i wzmocnione w dokumentach Szczytu w Johannesburgu w 2002 r., zgodnie z którymi rozwój gospodarczy, rozwój społeczny i ochrona środowiska stanowią współzależne i wspierające się filary zrównoważonego rozwoju (UN, 2002, s. 157–179). W świetle tych dokumentów, które mają charakter *soft law* (miękkie prawo), wyraźnie rysuje się integracyjny charakter koncepcji, artykułujący obowiązek państw włączania wymogów zachowania i ochrony środowiska do określania polityk rozwojowych i społecznych (Sands, 2003, s. 253).

Od wielu lat w doktrynie nauk prawnych, począwszy od doktryny prawa międzynarodowego, toczy się dyskusja na temat charakteru prawnego

[1] Na temat prawnomiędzynarodowych konotacji koncepcji zob. np. Kenig-Witkowska, 1998; zob. też Kenig-Witkowska, 2007, s. 258–277. W polskim prawodawstwie i piśmiennictwie przyjęło się termin *sustainable development* tłumaczyć jako zrównoważony rozwój, chociaż w autentycznej wersji polskojęzycznej Traktatu z Lizbony (Traktat o Unii Europejskiej i Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej) termin ten jest tłumaczony jako „rozwój trwały".

[2] Warto wspomnieć, że antecedencje koncepcji zrównoważonego rozwoju znajdujemy już we wcześniejszym wspólnym raporcie NEPTUNE, IUCN i WWF z 1980 r.

koncepcji zrównoważonego rozwoju. Jej aktualny stan prowadzi do wniosku, że dla części doktryny jest to wciąż kategoria wytycznych politycznych, chociaż inni uważają, że mamy już do czynienia z zasadą prawa międzynarodowego, a nawet z postępującym procesem formowania nowej gałęzi prawa – międzynarodowego prawa zrównoważonego rozwoju (Atapattu, 2006).

Postawienie tezy o istnieniu w tym przedmiocie zasady prawa w ujęciu normatywnym nie jest w pełni uprawnione, chyba że zastosujemy kategorię zasad ogólnych prawa, które służą jako wskazówki polityczne dla procesu stanowienia prawa. Na taki charakter koncepcji wskazuje m.in. orzecznictwo sądów międzynarodowych, począwszy od klasycznego już przykładu wyroków Międzynarodowego Trybunału Sprawiedliwości w sprawach: Gabčikovo-Nagymaros (ICJ, Judgment of 25 September 1997, s. 7 i n., para 140), Iron Rhine Arbitration (Award in the Arbitration, 24 May 2005, s. 35 i n., para 177) lub Pulp Mills (ICJ, Judgment of 20 April 2010, s. 14 i n., para 101), jak też orzeczenia trybunału arbitrażowego w sprawie Indus Waters Kishenganga, w którym odwołano się do abstrakcyjnie sformułowanej zasady zrównoważonego rozwoju (Permanent Court of Arbitration, sprawa nr 2011-01). W orzeczeniach tych, w odniesieniu do kontekstu terminu *sustainable development*, rozstrzygnięcia przywołują funkcjonujące zasady prawa środowiska, które są dobrze umocowane w prawie zwyczajowym, takie jak: zasada zapobiegania, zasada współpracy międzynarodowej czy proceduralna zasada obowiązku dokonania oceny oddziaływania na środowisko. Wymienione orzeczenia wskazują na rysujące się elementy zwyczaju w podejściu do zasady prawa międzynarodowego w przedmiocie zrównoważonego rozwoju.

W systemie prawa międzynarodowego koncepcja zrównoważonego rozwoju wciąż pozostaje na etapie identyfikowania jej standardów prawnych. Wśród nich można dostrzec – potwierdzone w praktyce – elementy standardów prawnych zasady sprawiedliwości międzypokoleniowej i wewnątrzpokoleniowej, postrzeganych w kontekście ekopojemności środowiska, oraz zasady zintegrowanego podejścia do zagadnień rozwoju i środowiska. Z perspektywy tej ostatniej dominantą koncepcji zrównoważonego rozwoju są wymogi środowiska, chociaż wymogi te – zgodnie z ideą koncepcji zrównoważonego rozwoju – wydają się mieć głównie proceduralny charakter, co nie jest dostatecznie satysfakcjonujące z perspektywy prawnomiędzynarodowej ochrony środowiska. W konsekwencji brak odniesienia do procesu stanowienia prawa obniża znacznie walor imperatywu brania

pod uwagę wymogów środowiska artykułowanego nie tylko w Raporcie Brundtland, ale też w wielu innych aktach prawa międzynarodowego.

W doktrynie prawa środowiska postuluje się wprowadzenie do aktów prawa międzynarodowego proceduralnej zasady integracyjnej, co podniosłoby walor prawny koncepcji zrównoważonego/trwałego rozwoju. Zabieg ten wzmocniłby wzajemnie dwa prawa podmiotowe – prawo do odpowiedniej jakości środowiska i prawo do rozwoju, nie stawiając w opozycji kategorii środowiska i rozwoju społeczno-gospodarczego. W związku z tym powoływaniu się w dokumentach prawnomiędzynarodowych na zasadę zrównoważonego rozwoju powinno towarzyszyć szersze odniesienie do materialnego aspektu zasady, która stanowi, że państwa powinny się nią kierować przy ustalaniu polityk i stanowieniu prawa. W procesie tym powinny one stosować zasadę integracji w stosunku do uwzględniania elementów gospodarczych, społecznych i środowiskowych, również ze względu na konieczność pogodzenia ważności ich znaczenia w procesach decyzyjnych i wykonawczych (Aguila i Vinuales, red., 2019, s. 44 i n.).

Z praktyki obrotu prawnomiędzynarodowego wynika, że zarówno zasada zrównoważonego rozwoju, jak i zasada integracyjna nie mają charakteru powszechnie wiążących zobowiązań w przestrzeni prawa międzynarodowego. Zawarte w preambułach do niektórych traktatów, np. Porozumienia Paryskiego z 2015 r., nie rodzą właściwie żadnych zobowiązań prawnych po stronie państw (Kenig-Witkowska, 2016, s. 229 i n.). Jak dowodzi praktyka obrotu prawnomiędzynarodowego, na obecnym etapie kształtowania globalnej świadomości na temat konieczności ochrony środowiska konieczne jest nadanie nowej dynamiki zarządzaniu środowiskiem przez wprowadzenie zasady integracyjnej już na etapie kształtowania polityki w dziedzinie środowiska jako zasady systemowej. Przyjęcie w 2015 r. przez ONZ Agendy na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, zawierającej 17 celów do osiągnięcia, było częścią rzeczywistej globalnej strategii dającej impuls do podejmowania decyzji politycznych, a co za tym idzie – działań prawnych zmierzających do urzeczywistnienia zakładanej równowagi trzech filarów w procesie postępującego rozwoju gospodarczego i społecznego (Ministerstwo Rozwoju, [bdw]). Chociaż cele te same w sobie nie mają mocy prawnie wiążącej, to stanowią wspólne ramy dla wszystkich podmiotów działających w obrocie prawnym, począwszy od poziomu globalnego, przez regionalny, do poziomu lokalnego. W tym kontekście w doktrynie prawa międzynarodowego pojawił się dezyderat skodyfikowania zasad prawa międzynarodowego, w tym zasady zrównoważonego rozwoju i zasady integracyjnej,

co mogłoby przyczynić się do bezpośredniej skuteczności tych zasad w obrocie prawnomiędzynarodowym i wewnątrzkrajowym (Kenig-Witkowska, 2018, *passim*).

Koncepcja zrównoważonego rozwoju zawarta w Raporcie Brundtland znalazła bardzo szeroki oddźwięk w literaturze, i to nie tylko prawniczej, i okazała się bardzo nośnym politycznie hasłem mobilizacji społecznej, co spowodowało, że termin ten jest często nadużywany i traci na swoim społecznym, a przede wszystkim prawnym znaczeniu. Skutkiem tego jest on traktowany bardziej jako szeroka wskazówka polityczna niż koncepcja prawna. Zjawisko to również dostrzegła i skomentowała m.in. Komisja Europejska w Komunikacie dotyczącym przeglądu polityki w dziedzinie środowiska (Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, 2003).

3. Perspektywa prawa Unii Europejskiej[3]

W prawie Unii Europejskiej trwały/zrównoważony, a incydentalnie stały rozwój (np. art. 2 rozporządzenia 2493/2000), bo takie są polskie wersje terminu *sustainable development* w aktach prawnych i innych dokumentach unijnych, ma prawną postać celu do osiągnięcia, który został wpisany do traktatowych celów generalnych Unii Europejskiej w odniesieniu do Europy i Ziemi (*Sustainable development of Europe and sustainable development of the Earth*). Obok celów gospodarczych, społecznych i politycznych zawartych w Traktacie o Unii Europejskiej (TUE) zrównoważony rozwój pojawia się w Karcie praw podstawowych (KPP) w art. 37, który przyporządkowuje go do kategorii zasad[4].

Traktat o Unii Europejskiej stanowi o trwałym rozwoju Europy i Ziemi (s*ustainable development of Europe and the Earth*) jako celach systemowych Unii Europejskiej i sytuuje je na poziomie kategorii ogólnej w znaczeniu

[3] Ta część została opracowana na podstawie wystąpienia autorki na XXI Konferencji Wydziału Prawa i Administracji UW, opublikowanym w: D. Bach-Golecka (red.), *Równość i nierówności w prawie*, Wolters Kluwer, Warszawa 2024, rozdz. *Sustainable/zrównoważony/trwały rozwój jako systemowy cel Unii Europejskiej*, s. 167 i n.

[4] Artykuł 37 KPP: „Wysoki poziom ochrony środowiska i poprawy jego jakości muszą być zintegrowane z politykami Unii i zapewnione zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju". Preambuła do Karty stanowi, że Unia: „dąży do wspierania zrównoważonego i stałego rozwoju".

powszechnie używanym w przestrzeni prawnej. Sformułowanie zawarte w art. 3 TUE wskazuje na kontekst dotyczący procesów integracyjnych i wartości Unii Europejskiej wymienionych w art. 2 TUE, które stanowią podstawy aksjologiczne integracji europejskiej opartej na wzroście gospodarczym, gospodarce rynkowej, wysokim poziomie poprawy i ochrony środowiska. Ten unijny punkt odniesienia zakłada jego globalną perspektywę związaną z działaniami przyczyniającymi się do trwałego rozwoju Ziemi. Dlatego, żeby nie było wątpliwości co do stosunku Unii Europejskiej do koncepcji sformułowanej w Raporcie Brundtland, Traktat o Unii Europejskiej w art. 3 ust. 5 wyraźnie wskazuje na jej globalny wymiar.

Mając to na względzie, przepis art. 3 TUE powinien więc być postrzegany zarówno z perspektywy stosunków wewnętrznych i zewnętrznych Unii, jak i z perspektywy przepisu art. 21 ust. 2 lit. f TUE, który stanowi, że Unia: „przyczynia się do opracowywania międzynarodowych środków służących ochronie i poprawie jakości środowiska oraz zrównoważonego zarządzania światowymi zasobami naturalnymi, w celu zapewnienia trwałego rozwoju". Jednym z elementów polityki unijnej na tym polu jest wzmocnienie trwałego rozwoju gospodarczego, społecznego i środowiska krajów rozwijających się, mając jako priorytet wykorzenienie ubóstwa, zgodnie z przepisami art. 21–23 tzw. Deklaracji Milenijnej[5].

Traktatowy cel osiągania trwałego rozwoju zapisany w art. 3 TUE ma charakter prawnie wiążący, co oznacza, że Unia w swoich działaniach ma obowiązek dążenia do jego osiągnięcia. Zakładając jedność i komplementarność celów Unii zawartych w Traktacie o Unii Europejskiej i w Traktacie o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE), należy przyjąć, że cele generalne wynikające z obydwu traktatów mają charakter prawnie wiążący w stosunku do wszystkich instytucji unijnych. Natomiast nie mają one charakteru wiążącego w odniesieniu do państw członkowskich, chociaż pewne elementy takiego zobowiązania można by wywieść z przepisów art. 4 ust. 3 TUE, który stanowi, że państwa członkowskie ułatwiają Unii wykonywanie jej zadań i nie podejmują żadnych środków, które mogłyby przeszkodzić w realizacji jej celów.

W celu zdefiniowania pojęcia trwałego rozwoju można posłużyć się kategorią pojęciową wywiedzioną z przepisów art. 3 TUE i art. 11 TFUE.

[5] Zob. zobowiązania Unii Europejskiej w przedmiocie realizacji 17 celów zrównoważonego rozwoju zawartych w tzw. Deklaracji Milenijnej (UN, 2000).

Z analizy tych przepisów wynika, że koncepcja trwałego rozwoju pozostaje w zasadniczym systemowym związku z klauzulą integracyjną zawartą w art. 11 TFUE, scalającą z perspektywy ochrony środowiska wszystkie polityki unijne. Artykuł 11 TFUE stanowi bowiem, że wymogi ochrony środowiska muszą być brane pod uwagę przy ustalaniu i realizacji wszystkich polityk i działań Unii Europejskiej, w szczególności w celu wspierania trwałego rozwoju. Wymogi te mają więc charakter wymogów imperatywnych. Znaczenie klauzuli integracyjnej z art. 11 TFUE zostało wzmocnione przez przepis art. 7 TFUE, który nakłada na Unię obowiązek zapewnienia spójności poszczególnych polityk i działań unijnych, uwzględniając wszystkie cele. Do tego kontekstu nawiązują akty prawa pochodnego Unii Europejskiej, jak np.: tzw. dyrektywa ptasia (Dyrektywa 2009/147/WE), dyrektywa siedliskowa (Dyrektywa 92/43/EWG), dyrektywa w sprawie ekoprojektowania (Dyrektywa 2009/125/WE), dyrektywa ustanawiająca ramy działań unijnych w dziedzinie środowiska morskiego (Dyrektywa 2008/56/WE), dyrektywa w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa 2018/2001) czy rozporządzenie w sprawie środków mających na celu wspieranie pełnej integracji wymiaru środowiskowego w procesie rozwoju krajów rozwijających się (Rozporządzenie 2493/2000).

Standardy realizacji celu trwałego rozwoju byłyby jaśniejsze, gdyby jego formuła zawarta w traktatach została w sposób normatywny połączona z zasadą integracyjną wyrażoną w art. 11 TFUE (van Hees, 2014). Element ochrony środowiska w koncepcji *sustainable development* znalazłby wtedy normatywny wyraz określany przez przepisy dotyczące celów polityki Unii Europejskiej w dziedzinie środowiska, a więc przez przepis art. 3 TUE, który wymienia *explicite* cel wysokiego poziomu ochrony i poprawy jakości środowiska naturalnego, i przez przepisy art. 191 TFUE wymieniające cele polityki Unii Europejskiej w dziedzinie środowiska[6]. W tym kontekście warto zauważyć, że Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej (TS) w sytuacjach, gdy powstawał problem odwoływania się do standardów prawnych celu trwałego rozwoju, w swoich stanowiskach nie odnosił się *expressis verbis* do konieczności sformułowania definicji *sustainable*

[6] Warto podkreślić, że ogólny cel, jakim są działania Unii na rzecz trwałego rozwoju Europy i Ziemi, związany jest z koniecznością uwzględniania czynnika środowiska w procesach rozwoju społeczno-gospodarczego w skali globalnej, przez co zasady unijne dotyczące ochrony środowiska nabierają zasięgu globalnego.

development[7]. W związku z tym nasuwa się pytanie, czy istnieje traktatowa hierarchia celów unijnych? Odpowiedź na nie jest istotna, ponieważ praktyka obrotu prawnego w Unii Europejskiej dostarcza wielu przykładów istnienia sytuacji konfliktowych wynikających z realizacji różnych celów unijnych, np. związanych z funkcjonowaniem rynku wewnętrznego i koniecznością ochrony środowiska, polityką transportową i polityką w dziedzinie środowiska. Z zasad prawa unijnego wynika, że w takich sytuacjach instytucje unijne muszą starać się zawsze o osiągnięcie kompromisu, a elementami porządkującymi hierarchię działań Unii Europejskiej i państw członkowskich w realizacji celów polityki Unii dotyczącej środowiska są zasada pomocniczości i zasada proporcjonalności.

W doktrynie prawa europejskiego zwraca się uwagę na fakt, że od czasów opublikowania raportu WCED, który dał podstawy konstrukcji koncepcji zrównoważonego rozwoju również na poziomie unijnym, nie poświęcono zbyt wiele uwagi sferze mechanizmów implementujących koncepcję do praktyki organizacji. W efekcie obserwujemy trudności z jej stosowaniem nie tylko na poziomie Unii Europejskiej, lecz także państw członkowskich, co stwarza potrzebę zdefiniowania koncepcji w kategoriach operacyjnych. Wśród propozycji doktryny w tej materii proponuje się podejście wynikające z definicji zawartej w art. 2 rozporządzenia 2493/2000, zakładające podnoszenie standardu życia i dobrobytu ludności, w granicach możliwości ekosystemów, przez zachowanie zasobów naturalnych i ich różnorodności biologicznej dla dobra obecnych i przyszłych pokoleń (Rozporządzenie 2493/2000). Definicja ta wyraźnie wskazuje na podstawowy standard operacyjny koncepcji, ponieważ na gruncie prawa pierwotnego Unii Europejskiej odzwierciedla jedną z zasad systemowych Unii Europejskiej, jaką jest klauzula integracyjna, stanowiąca, że wymogi środowiska muszą być brane pod uwagę w procesie realizacji celu trwałego rozwoju (art. 11 TFUE). Takie podejście powinno stanowić element prak-

[7] W orzecznictwie TSUE znajdujemy zaledwie kilka odniesień do powszechnego rozumienia koncepcji *sustainable development*, jak np. w wyroku z 29 marca 1990 r., C-62/88 (Grecja v. Rada), w którym Trybunał potwierdził istnienie zasady integracyjnej; w wyroku z 26 listopada 2002 r. w sprawach połączonych T-74/00 i in. (Artegodan i in. v. Komisja), w którym sąd stanął na stanowisku, że realizacja zobowiązań wynikających z zasady ochrony zdrowia publicznego, bezpieczeństwa i środowiska ma pierwszeństwo przed działaniami reformującymi gospodarkę, czy w wyroku z 20 maja 2008 r., C-91/05 (Komisja v. Rada), w którym Trybunał odniósł się do zagadnień współpracy międzynarodowej Unii na rzecz rozwoju.

tyki we wdrażaniu koncepcji już na etapie planowania i podejmowania decyzji, jako element zasady stałego obowiązku przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko, opartej na przepisach dyrektywy 2001/42/WE w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko, a zasada oceny oddziaływania na środowisko powinna być traktowana jako operacyjny standard realizacji unijnego celu trwałego rozwoju (van Hees, 2014).

W 2005 r. Rada Unii Europejskiej przyjęła Deklarację w sprawie zasad przewodnich koncepcji *sustainable development*, w której Unia Europejska i państwa członkowskie zobowiązują się do: poszanowania i uwzględniania w praktyce obrotu prawnego zasad ochrony praw podstawowych, solidarności wewnątrz- i międzypokoleniowej, otwartego i demokratycznego społeczeństwa, udziału obywateli i przedsiębiorstw oraz partnerów społecznych w podejmowaniu decyzji, zasady spójności i integracji polityk, wykorzystania najlepszej dostępnej wiedzy, zasady ostrożności i zasady „zanieczyszczający płaci". Katalog zasad zawarty w Deklaracji wskazuje na integracyjne podejście Unii do wymogów wynikających ze wzrostu gospodarczego i rozwoju społecznego, biorących pod uwagę wymogi środowiska, przy uwzględnieniu zasad ogólnych prawa Unii Europejskiej dotyczących demokratycznego państwa prawa. Ich standardy korespondują z wartościami podzielanymi w Unii co do zasad rządzących społeczeństwem demokratycznym, stosującym zintegrowane podejście do zagadnienia praw człowieka i środowiska.

Z unijnej perspektywy trwałego rozwoju ochrona i propagowanie praw podstawowych są niezwykle ważnym elementem trwałego/zrównoważonego rozwoju również dlatego, że nawiązujący do koncepcji zrównoważonego rozwoju art. 37 KPP podkreśla wagę ochrony praw człowieka zarówno w ramach obszaru obrotu prawnego Unii Europejskiej, jak i poza nim. Wymieniona w Deklaracji zasada wewnątrz- i międzypokoleniowej sprawiedliwości odnosi się do zaspokajania potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń z perspektywy zasady solidarności. Na formułę tę, przejętą bezpośrednio z Raportu Brundtland, należy spojrzeć jak na wskazówkę polityczną. W podobnym kontekście należy brać pod uwagę zasadę udziału społeczeństwa demokratycznego w podejmowaniu decyzji (art. 10 ust. 3 TUE). Zasada społeczeństwa otwartego i demokratycznego dotyczy zaangażowania obywateli Unii w proces podejmowania decyzji i ich wypracowywanie w interesie podmiotów publicznych i indywidualnych. Związana z nią genetycznie zasada włączenia biznesu i partnerów społecznych

dotyczy wzmocnienia dialogu społecznego wspierającego współpracę, ale też dotyczącego wspólnej odpowiedzialności, z perspektywy osiągania zrównoważonej produkcji i konsumpcji. Unia Europejska uznaje przedsiębiorczość za bardzo ważny element w procesie osiągania celu trwałego rozwoju w skali zarówno regionalnej, jak i globalnej, m.in. popierając działania samoregulacyjne, podobnie jak używany z powodzeniem w Unii instrument dobrowolnych zobowiązań (Komunikat Komisji, 2011, s. 11–15).

W procesie realizacji celu trwałego/zrównoważonego rozwoju Unia Europejska promuje działania zmierzające na wszystkich etapach podejmowania decyzji do integracji czynników natury gospodarczej, społecznej i środowiskowej, tak aby wzajemnie się wzmacniały poprzez pełne wykorzystanie instrumentów wzmacniających regulacje prawne. Takimi instrumentami prawnymi są np. przepisy dotyczące spójności działań na poziomach: lokalnym, regionalnym, krajowym oraz na poziomie globalnym, zmierzające do wzmocnienia działań Unii Europejskiej w realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Chodzi więc o zintegrowane podejście do wymogów środowiska w świetle przepisów klauzuli integracyjnej zawartej w art. 11 TFUE, która powinna być postrzegana w kategoriach wzmacniania wszystkich elementów składających się na zrównoważony rozwój, tak aby uzyskać ich równowagę w realizacji zasady prawa do rozwoju podnoszonej w globalnym dyskursie politycznym.

Z Deklaracji wynika, że Unia Europejska angażuje się zdecydowanie w politykę rozwoju opartą na wykorzystaniu najlepszej dostępnej wiedzy, zapewniając, że wszystkie polityki unijne są opracowywane, oceniane i wdrażane na podstawie odpowiednich aktów prawnych, są właściwe z gospodarczego i środowiskowego punktu widzenia i zapewniają właściwy stosunek kosztów do osiąganych korzyści (za tą zasadą podąża np. dyrektywa 2010/75/UE).

Przywołana w Deklaracji zasada ostrożności dotyczy przypadków, gdy brak jest jednoznacznych dowodów naukowych uzasadniających konieczność wprowadzenia środków zapobiegawczych chroniących środowisko. Zgodnie z orzecznictwem Trybunału Sprawiedliwości zasada ostrożności uzasadnia przyjmowanie restryktywnych środków ochronnych nawet wtedy, gdy nie można jednoznacznie określić istnienia poważnego ryzyka dla środowiska i rzeczywistej szkody/zagrożeń dla zdrowia publicznego (Wyrok TS z 22 grudnia 2010 r., C-77/09). Trybunał orzekł, że zasada ostrożności jest ogólną zasadą prawa wspólnotowego i powinna być stosowana również w sytuacjach dotyczących innych polityk Unii Europejskiej.

Zgodnie z przywołaną w Deklaracji zasadą „zanieczyszczający płaci" (*polluter pays principle* – PPP) zanieczyszczający ponoszą koszty szkód wyrządzanych środowisku i zdrowiu człowieka. Kierowanie się tą zasadą w ustalaniu i realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju ma też zapewnić, że oceny dokonywane z perspektywy oddziaływania na środowisko odzwierciedlają rzeczywiste, ponoszone przez społeczeństwo koszty działań związanych z produkcją i konsumpcją. Zasada ta znalazła wyraz m.in. w dyrektywie dotyczącej odpowiedzialności za środowisko w odniesieniu do zapobiegania i zaradzania szkodom wyrządzonym w środowisku (Dyrektywa 2004/35/WE). Przez wprowadzenie zasady PPP do procesów realizacji celów traktatowych Unia Europejska zobowiązała się do jej stosowania we wszystkich politykach unijnych.

Z perspektywy oceny charakteru prawnego zasad zawartych w Deklaracji można powiedzieć, że mają one przede wszystkim charakter wytycznych politycznych, na co wyraźnie wskazuje miejsce, w którym zostały zapisane, chociaż niektóre z nich wcześniej znalazły się w wiążących prawnie aktach prawa pierwotnego i pochodnego Unii Europejskiej. Dlatego ich walor prawny jest różny z perspektywy nasycenia wartościami normatywnymi (Kenig-Witkowska, 2012). Natomiast niewątpliwie mają znaczący walor w sferze operacyjnej, ponieważ w świetle zasad ogólnych prawa unijnego należy je brać pod uwagę przy określaniu polityk Unii i państw członkowskich z perspektywy demokratycznego państwa prawa. Ich standardy korespondują z wartościami podzielanymi w Unii co do zasad rządzących społeczeństwem demokratycznym i praworządnym, stosującym zintegrowane podejście do zagadnienia rozwoju, praw człowieka i środowiska (UN, 2019).

4. Perspektywa prawa polskiego

Odnosząc się do pojęcia zrównoważonego rozwoju funkcjonującego w polskiej przestrzeni prawnej, należy przytoczyć definicję ustawową zawartą w ustawie z 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2024 r. poz. 54 ze zm.), która stała się punktem wyjścia do dyskusji doktryny prawa na ten temat. Polski prawodawca, wprowadzając przepis art. 3 pkt 50 do wymienionej ustawy, zdefiniował zrównoważony rozwój jako „rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem

równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych zasobów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń". Ta dość rozbudowana definicja nawiązuje do wyżej omawianych koncepcji zawartych w Raporcie Brundtland i w Deklaracji z Rio de Janeiro.

W polskim porządku prawnym podstawą systemową nadającą pojęciu zrównoważonego rozwoju rangę zasady jest art. 5 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej (Dz.U. Nr 78, poz. 483 ze sprost. i zm.). Przepis ten stanowi, że: „Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swojego terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju". Nawiązanie do zasady zrównoważonego rozwoju znalazło się też w art. 74 Konstytucji RP w kontekście bezpieczeństwa ekologicznego oraz zasady sprawiedliwości pokoleniowej i ochrony środowiska. Należy dodać, że przepis art. 5 znajduje się w rozdziale I Konstytucji RP, który został zatytułowany „Rzeczpospolita" i który grupuje najważniejsze normy o charakterze ustrojowym.

Treść przepisu art. 5 Konstytucji RP wciąż wywołuje w doktrynie dyskusje co do charakteru prawnego powołanej tam zasady. W dyskusjach tych chodzi o to, czy usytuowanie zasady w rozdziale I Konstytucji RP i kontekst całego przepisu art. 5 nakazują traktowanie jej jako zasady ustrojowej, czy jest to tylko zasada polityki państwa (szerzej: Rakoczy, 2013). Przypisanie jej rangi zasady ustrojowej implikuje bowiem po stronie organów państwa obowiązek kierowania się nią w realizacji funkcji państwa określonych w przepisie art. 5 ustawy zasadniczej. Z jego treści wynika, że zasada ta w swoim wymiarze normatywnym może być uważana za normę nakazującą wszystkim organom państwa działania zmierzające do osiągania zrównoważonego rozwoju, co oznacza, że władza publiczna w działaniach skierowanych na realizację funkcji państwa powinna się kierować zasadą równoważenia konstytucyjnych wartości społecznych, gospodarczych i środowiskowych. Ustawodawca intencjonalnie nadał więc przepisowi art. 5 charakter zasady ustrojowej, która nakazuje realizację przez władzę publiczną celów zrównoważonego rozwoju, przy uwzględnieniu aktualnej sytuacji oraz możliwości faktycznych, społecznych i prawnych (Stoczkiewicz, 2001). Należy też zwrócić uwagę na fakt, że z perspektywy art. 5 Konstytucji RP dążenie do zrównoważonego rozwoju jest konstytucyjnym celem państwa i obowiązkiem władz publicznych.

W kontekście analizy przepisu art. 5 Konstytucji RP powstaje pytanie o to, czy zawarta w nim zasada zrównoważonego rozwoju powinna być odnoszona do wszystkich wymienionych w nim działań państwa, czy tylko do ochrony środowiska. Nie ma wątpliwości, że ograniczenie jej stosowania do kontekstu ochrony środowiska byłoby zawężeniem i ograniczeniem jej treści do wymogu proceduralnego. Analiza art. 5 Konstytucji RP wskazuje, że uwzględnienie wymogów ochrony i zachowania środowiska w procesie rozwoju społeczno-gospodarczego państwa jest obowiązujące w jej wymiarze integracyjnym, wynikającym z konieczności zrównoważenia trzech filarów zrównoważonego rozwoju, tj. ekonomicznego, społecznego i środowiskowego. Podkreślana dominanta środowiskowa, którą można dostrzec nie tylko w poglądach doktryny, ale też w ustawodawstwie krajowym, wynika, jak się wydaje, głównie z dostrzeżonych mankamentów jednostronnie traktowanego ekocentrycznego podejścia do zagadnień ochrony i zachowania środowiska. Takie podejście do zrównoważonego rozwoju nie wytrzymuje krytyki używającej argumentów wynikających z zasady integracji, która wymaga budowania odpowiedniej infrastruktury uwzględniającej potrzeby cywilizacyjne człowieka i społeczeństwa. W tym kontekście warto przypomnieć wyrok Trybunału Konstytucyjnego z 2006 r. określający zasadę zrównoważonego rozwoju szerzej niż tylko w kontekście ochrony środowiska czy ładu przestrzennego (Wyrok TK z 6 czerwca 2006 r., K 23/05).

Zgodnie z zasadą bezpośredniego stosowania Konstytucji RP zasada zrównoważonego rozwoju wymieniona w art. 5 ma charakter normatywny i wiąże zarówno ustawodawcę, jak i organy administracyjne posiadające kompetencje prawotwórcze, chociaż poglądy doktryny nie są w tym względzie jednorodne (Olejarczyk, 2016). Zawiera ona wyraźnie wyartykułowany nakaz określonego zachowania polegający na ochronie wymienionych w przepisie art. 5 wartości, którego adresatem jest Rzeczpospolita Polska reprezentowana przez swoje organy. Tak usytuowana zasada pełni funkcje prawotwórcze, interpretacyjne i usuwa kolizje między różnymi wartościami chronionymi prawem (Stoczkiewicz, 2001). Jednocześnie należy podkreślić, że sformułowana w Konstytucji RP zasada zrównoważonego rozwoju nie generuje żadnego prawa podmiotowego, chociaż, jak uważają niektórzy przedstawiciele doktryny, wskazuje na element prawa przedmiotowego, nakładając na organy państwa obowiązek zapewnienia obecnym pokoleniom odpowiednich warunków rozwoju i zapewnienia perspektyw rozwojowych dla przyszłych pokoleń (Mysłowski, 2013).

Wprawdzie Konstytucja RP nie definiuje pojęcia zrównoważonego rozwoju, ale na podstawie analizy treści jej przepisów możliwe jest sformułowanie ogólnego znaczenia tego terminu, które wskazuje na konieczność zrównoważenia wymogów środowiska, potrzeb rozwoju społecznego i gospodarczego, które wynikają z aspiracji cywilizacyjnych obecnych pokoleń i powinny uwzględniać również potrzeby przyszłych. W tym kontekście warto przypomnieć wskazówkę wynikającą z orzeczenia Trybunału Konstytucyjnego z 2003 r., w którym Trybunał wyraził pogląd, że pojęcia konstytucyjne mają charakter autonomiczny, a odwołanie się do pojęć ustawowych ma charakter pomocniczy (Wyrok TK z 23 września 2003 r., K 20/02). Stąd ograniczona do systemu prawa środowiska wartość normatywna definicji zawartej w powołanej ustawie – Prawo ochrony środowiska.

Konstytucyjna zasada zrównoważonego rozwoju jest zasadą systemu prawa o charakterze dyrektywalnym. W konsekwencji polska praktyka obrotu prawnego wskazuje, że cele zrównoważonego rozwoju realizowane są w Polsce głównie na podstawie zasad prawa ochrony środowiska, a przecież koncepcja zrównoważonego rozwoju wykracza poza obszar materii normatywnej definiowanej jako prawo ochrony środowiska. Brak wyraźnie określonego marginesu dowolności w posługiwaniu się tym terminem na gruncie ustawodawstwa krajowego powinien być wyraźnie dostrzegany przez polskiego ustawodawcę w procesie właściwej interpretacji zasady ustrojowej zapisanej w Konstytucji RP.

Z perspektywy ustrojowego charakteru zasady zrównoważonego rozwoju jej umiejscowienie w dokumentach politycznych i aktach prawnych dotyczących sfery życia gospodarczego i społecznego powinno skutkować rzeczywistym oparciem polityki państwa na konstytucyjnej konstrukcji zasady zawierającej w sobie potrzebę uwzględnienia różnych wartości konstytucyjnych i stosownego ich wyważenia, czego dowodem są wnioski płynące z ustaleń raportu dotyczącego realizacji przez Polskę 17 celów zrównoważonego rozwoju (Raport VNR, 2023). Konstytucyjna zasada zrównoważonego rozwoju obowiązująca w polskiej przestrzeni prawnej jest wiążąca dla wszystkich organów państwa dokonujących wykładni przepisów prawa procesowego i materialnego, w tym organów sądowych. Warto zauważyć, że orzeczenia sądów w kontekście tej zasady potwierdzają jej trójfilarowy wymiar. Z orzeczeń tych wynika również, że zasady prawa środowiska nie mają prymatu nad innymi zasadami prawa materialnego. Należy podkreślić, że w treści zasady zrównoważonego rozwoju wywiedzionej z przepisów prawa polskiego nie znajdujemy normatywnej podstawy do ograniczenia

wolności i praw obywatelskich, jak też podstawy do indywidualnych roszczeń w stosunku do państwa (szerzej na temat polskiej perspektywy zrównoważonego rozwoju: Kenig-Witkowska, 2024a).

5. Konkluzje

W świetle przyjętych w artykule trzech perspektyw prawnych koncepcji zrównoważonego rozwoju rysują się trzy podejścia dogmatycznoprawne do zrównoważonego rozwoju: pierwsze – określające zrównoważony rozwój jako koncepcję, dość powszechnie popierane przez doktrynę prawa międzynarodowego; drugie – uznające istnienie zasady zrównoważonego rozwoju zarówno w obrocie prawnomiędzynarodowym, jak i w przestrzeni prawnej obrotu krajowego (na przykładzie prawa polskiego); trzecie – jako cel systemowy organizacji międzynarodowej (na przykładzie Unii Europejskiej).

Aktualny stan dyskusji doktryny prawa międzynarodowego prowadzi do wniosku, że dla części doktryny jest to wciąż kategoria wytycznych politycznych, chociaż inni uważają, że mamy już do czynienia z zasadą prawa międzynarodowego, a co najmniej z zarysowującymi się jej elementami.

Postawienie tezy o istnieniu w tym przedmiocie zasady prawa w ujęciu normatywnym nie jest w pełni uprawnione, chyba że posłużymy się kategorią zasad ogólnych prawa, które służą jako wskazówki polityczne dla procesu stanowienia prawa. Samo wpisanie zasady do umowy międzynarodowej, bez wskazania na jej elementy normatywne, ma charakter *soft law* i nie skutkuje możliwością dochodzenia prawnomiędzynarodowych roszczeń. Na taki charakter koncepcji wskazuje m.in. orzecznictwo sądów międzynarodowych.

Unia Europejska traktuje zrównoważony/trwały rozwój jako cel systemowy. Cel osiągania trwałego rozwoju zapisany w art. 3 TUE ma charakter prawnie wiążący, co oznacza, że Unia w swoich działaniach ma obowiązek dążenia do jego osiągnięcia. Ma on charakter prawnie wiążący w stosunku do wszystkich instytucji funkcjonujących w ramach Unii Europejskiej. Natomiast nie ma charakteru wiążącego w stosunku do państw członkowskich, chociaż pewne elementy takiego zobowiązania można by wywieść z przepisów art. 4 ust. 3 TUE. Traktaty unijne nie zawierają definicji pojęcia trwałego rozwoju, ale na potrzeby operacyjne w osiąganiu celu trwałego rozwoju można posłużyć się kategorią pojęciową wywiedzioną

z przepisów art. 3 TUE i art. 11 TFUE. Z analizy tych przepisów wynika, że koncepcja trwałego rozwoju ma charakter polityki scalającej z perspektywy ochrony środowiska wszystkie polityki unijne. Artykuł 11 TFUE stanowi bowiem, że wymogi ochrony środowiska muszą być brane pod uwagę przy ustalaniu i realizacji wszystkich polityk i działań Unii Europejskiej, w szczególności w celu wspierania trwałego rozwoju. Wymogi te mają więc charakter wymogów imperatywnych.

W polskim porządku prawnym podstawą nadającą pojęciu zrównoważonego rozwoju rangę zasady jest art. 5 Konstytucji RP. Treść tego przepisu wciąż jest przedmiotem dyskusji doktryny na temat charakteru prawnego powołanej w nim zasady. Przypisanie jej rangi zasady ustrojowej implikuje po stronie organów państwa obowiązek kierowania się nią w realizacji funkcji państwa określonych w przepisie art. 5, a co za tym idzie – zasada ta w swoim wymiarze normatywnym może być uważana za normę nakazującą wszystkim organom państwa działania zmierzające do osiągania zrównoważonego rozwoju. Oznacza to, że władza publiczna powinna kierować się konstytucyjną wytyczną osiągania zrównoważonego rozwoju w drodze równoważenia konstytucyjnych wartości społecznych, gospodarczych i środowiskowych. Ustawodawca intencjonalnie nadał więc przepisowi art. 5 Konstytucji RP charakter zasady ustrojowej.

Bibliografia

Literatura

Aguila A.Y., Vinuales J.E. (red.), 2019. *A Global Pact for the Environment – Legal Foundations*, C-EENRG Report 2019-1, University of Cambridge, Cambridge.

Atapattu S.A., 2006. *Emerging Principles of International Environmental Law*, series: International Law and Development, vol. 7, Transnational Publishers, Ardsley, NY.

Capitani G., Comazzetto G., 2019. *The concept of sustainable development in global law: Problems and perspectives*, „Athens Journal of Law", vol. 5(1), s. 35–46, https://dx.doi.org/10.30958/ajl.5-1-3.

van Hees S.R.W., 2014. *Sustainable development in the EU: Redefining and operationalizing the concept*, „Utrecht Law Review", vol. 10(2), s. 60–76, https://doi.org/10.18352/ulr.269.

IUCN, UNEP, WWF, 1980. *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development*.

Kenig-Witkowska M.M., 1998. *Koncepcja „sustainable development" w prawie międzynarodowym*, „Państwo i Prawo", nr 8/45, s. 45–58.

Kenig-Witkowska M.M., 2007. *Prawnomiędzynarodowa koncepcja sustainable development z perspektywy prac Stowarzyszenia Prawa Międzynarodowego*, w: J. Menkes (red.), *Prawo międzynarodowe. Księga pamiątkowa Profesor Renaty Szafarz*, Wyższa Szkoła Handlu i Prawa im. R. Łazarskiego, Warszawa.

Kenig-Witkowska M.M., 2012. *Reviewing principles of international environmental law*, „Studia Iuridica", nr 54, s. 91–108.

Kenig-Witkowska M.M., 2016. *Porozumienie Paryskie w sprawie zmian klimatu – refleksje ze stanowiska prawa międzynarodowego*, w: B. Krzan (red.), *Ubi ius, ibi remedium. Księga dedykowana pamięci Profesora Jana Kolasy*, C.H. Beck, Warszawa.

Kenig-Witkowska M.M., 2018. *Projekt Globalnego Paktu dla Środowiska*, Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Warszawa.

Kenig-Witkowska M.M., 2024a. *The sustainable development concept in the Polish legal space from legal-dogmatic perspective*, „Ecological Civilization Journal", vol. 1(1), 1001, http://dx.doi.org/10.35534/ecolciviliz.2024.10001.

Kenig-Witkowska M.M., 2024b. *Sustainable/zrównoważony/trwały rozwój jako systemowy cel Unii Europejskiej*, w: D. Bach-Golecka (red.), *Równość i nierówności w prawie*, Wolters Kluwer, Warszawa.

Mysłowski P., 2013. *Rola i znaczenie zasady zrównoważonego rozwoju w prawie administracyjnym*, „Białostockie Studia Prawnicze", z. 14, s. 253–264, https://doi.org/10.15290/bsp.2013.14.21.

Olejarczyk E., 2016. *Zasada zrównoważonego rozwoju w systemie prawa polskiego*, „Przegląd Prawa Ochrony Środowiska", nr 2, s. 119–140, https://doi.org/10.12775/PPOS.2016.013.

Rakoczy B., 2013. Komentarz do art. 5 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej, stan prawny 25.11.2013 r., LEX.

Sands P., 2003. *Principles of International Environmental Law*, Cambridge University Press, Cambridge.

Stoczkiewicz M., 2001. *Zasada zrównoważonego rozwoju jako zasada prawa*, „Prawo i Środowisko", nr 1, s. 2 i n.

Akty prawne

Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z 2.04.1997 r. (Dz.U. Nr 78, poz. 483 ze sprost. i zm.).

Ustawa z 27.04.2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2024 r. poz. 54 ze zm.).

Traktat o Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana Dz.Urz. UE C 202 z 2016 r., s. 13).

Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana Dz.Urz. UE C 202 z 2016 r., s. 47).

Karta praw podstawowych Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana Dz.Urz. UE C 202 z 2016 r., s. 391).

Dyrektywa Rady 92/43/EWG z 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz.Urz. WE L 206, s. 7).

Dyrektywa 2001/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 27 czerwca 2001 r. w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko (Dz.Urz. UE L 197, s. 30).

Dyrektywa 2004/35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 21 kwietnia 2004 r. w sprawie odpowiedzialności za środowisko w odniesieniu do zapobiegania i zaradzania szkodom wyrządzonym środowisku naturalnemu (Dz.Urz. UE L 143, s. 56).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) (Dz.Urz. UE L 164, s. 19).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (przekształcenie) (Dz.Urz. UE L 285, s. 10).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dz.Urz. UE L 20 z 2010 r., s. 7).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (przekształcenie) (Dz.Urz. UE L 344, s. 17).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz.Urz. UE L 328, s. 82).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 2493/2000 z 7 listopada 2000 r. w sprawie środków mających na celu wspieranie pełnej integracji wymiaru środowiskowego w procesie rozwoju krajów rozwijających się (Dz.Urz. UE L 288, s. 1).

Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, 2003. Environmental Policy Review. Consolidating the environmental pillar of sustainable development, COM 2003/745 final.

Komunikat Komisji, Odnowiona strategia UE na lata 2011–2014 dotycząca społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw, COM(2011) 681 final, z 25.10.2011 r. (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Region. A renewed EU strategy 2011-14 for Corporate Social Responsibility, COM(2011) 681 final).

Orzecznictwo

Award in the Arbitration, 24 May 2005. Iron Rhine, UN, Reports of International Arbitral Awards, 2007, vol. XXVII, s. 35–125, https://legal.un.org/riaa/volumes/riaa_XXVII.pdf (dostęp: 6.02.2025 r.).

ICJ (International Court of Justice), Judgment of 25 September 1997. Gabčikovo-Nagymaros Project (Hungary/Slovakia), ICJ Reports 1997, s. 7, https://www.icj-cij.org/sites/default/files/case-related/92/092-19970925-JUD-01-00-EN.pdf (dostęp: 6.02.2025 r.).

ICJ (International Court of Justice), Judgment of 20 April 2010. Pulp Mills on the River Uruguay (Argentina v. Uruguay), ICJ Reports 2010, s. 14, https://icj-cij.org/sites/default/files/case-related/135/135-20100420-JUD-01-00-EN.pdf (dostęp: 6.02.2025 r.).

Permanent Court of Arbitration, Case No. 2011-01, Indus Waters Kishenganga (Pakistan v. Indie), https://www.pcacases.com/web/view/20 (dostęp: 30.06.2024 r.).

Wyrok TK z 23 września 2003 r., K 20/02, OTK-A 2003, nr 7, poz. 76.

Wyrok TK z 6 czerwca 2006 r., K 23/05, OTK-A 2006, nr 6, poz. 62.

Wyrok TS z 22 grudnia 2010 r., C-77/09, Gowan Comércio Internacional e Serviços Lda v. Ministero della Salute, EU:C:2010:803.

Dokumenty

Dokumenty końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój" – Szczyt Ziemi, Rio de Janeiro, 3–14 czerwca 1992 r., oprac. M. Radwan, A. Sienkiewicz, Warszawa 1998.

Ministerstwo Rozwoju, [bdw]. *Agenda 2030 na rzecz zrównoważonego rozwoju – implementacja w Polsce*, https://www.un.org.pl/files/170/Agenda2030PL_pl-5.pdf (dostęp 9.02.2025 r.).

Raport VNR, 2023. *Realizacja celów zrównoważonego rozwoju w Polsce. Raport 2023*, Raport przygotowany przez rząd PL w ramach systemu Voluntary National Reports (VNR), https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/monitoring-realizacji-agendy-2030 (dostęp 9.02.2025 r.).

UN General Assembly, 1987. *Our Common Future*, Doc. A/42/427, Sect. 4, Report of the Commission on Environment and Development (Raport Brundtland).

UN, 2000. *UN Sustainable Development Goals*, https://www.un.org/sustainabledevelopment/ (dostęp: 5.06.2024 r.).

UN, 2002. *Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August – 4 September 2002*, UN doc. A/CONF.199/20, Chapter I, s. 157–179, https://docs.un.org/en/A/CONF.199/20.

UN, 2019. *Environmental Rule of Law: First Global Report*, 6.07.2019 r., https://www.unep.org/resources/assessment/environmental-rule-law-first-global-report (dostęp: 5.06.2024 r.).

Jakub Sokołowski
Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych
Instytut Badań Strukturalnych
ORCID: 0000-0001-6739-5033



Sprawiedliwa transformacja i zrównoważony rozwój – Europejski Zielony Ład

1. Europejski Zielony Ład i sprawiedliwa transformacja

Europejski Zielony Ład to strategia Unii Europejskiej mająca na celu osiągnięcie zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto do 2050 r. Kluczowe cele Zielonego Ładu obejmują znaczące redukcje emisji poprzez: transformację energetyczną, zwiększenie efektywności energetycznej, promowanie odnawialnych źródeł energii oraz rozwój zrównoważonego transportu (Bäckstrand, 2022). Implementacja tych celów ma nie tylko ograniczyć negatywny wpływ na klimat, lecz także przynieść korzyści ekonomiczne, tworząc nowe miejsca pracy w zielonych sektorach oraz poprawiając jakość życia obywateli Unii Europejskiej (Pianta i Lucchese, 2020).

Realizacja Zielonego Ładu niesie ze sobą zarówno długoterminowe korzyści, jak i wyzwania. Z jednej strony, przekształcenie niektórych sektorów, w tym mieszkalnictwa, transportu czy rolnictwa, w bardziej zrównoważone gałęzie gospodarki może prowadzić do ograniczenia emisji zanieczyszczeń i dwutlenku węgla czy ochrony bioróżnorodności. Z drugiej strony, konieczne będzie stawienie czoła wyzwaniom związanym z finansowaniem transformacji, modernizacją technologiczną oraz zmianami w sposobach prowadzenia działalności gospodarczej czy użytkowania energii i paliw kopalnych. Podstawowe znaczenie będzie miało zapewnienie wsparcia ze strony polityki publicznej oraz stworzenie mechanizmów ułatwiających najbardziej narażonym grupom adaptację do nowych warunków.

W niniejszym rozdziale opiszę Europejski Zielony Ład i szczegółowo omówię fundamentalny element tej strategii: transformację sektora gospodarstw

domowych w Polsce. Budynki odpowiadają za 40% zużycia energii w Unii Europejskiej, co sprawia, że ich renowacja jest kluczowym elementem polityki klimatycznej. W rozdziale pokażę, że zmiany w zużyciu i wytwarzaniu energii przez polskie gospodarstwa domowe będą kluczowe dla powodzenia ambitnych celów klimatycznych, wyznaczonych w ramach Zielonego Ładu. Wreszcie skupię się na tym, w jaki sposób zwiększać akceptację ambitnej polityki klimatycznej Unii oraz jak zamieniać wyzwania związane z jej realizacją w szanse rozwoju polskiej gospodarki.

2. Czym jest Europejski Zielony Ład?

Europejski Zielony Ład to kompleksowa strategia mająca na celu osiągnięcie zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto do 2050 r. Strategia ta zakłada nie tylko redukcję emisji, ale również ochronę i poprawę kapitału naturalnego Unii Europejskiej oraz zdrowia i dobrostanu obywateli. Zielony Ład obejmuje działania mające na celu ochronę bioróżnorodności, regenerację ekosystemów oraz promowanie zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych (Filipović, Lior i Radovanović, 2022).

Wymagana w ramach Zielonego Ładu transformacja gospodarki w kierunku neutralności ma przebiegać w sposób sprawiedliwy. Oznacza to, że na pierwszym miejscu będzie ona stawiać ludzi, regiony oraz sektory przemysłu i pracowników, którzy będą borykać się z największymi trudnościami dostosowania się do wymagań określonych w Zielonym Ładzie (Heffron i Sokołowski, 2024). Przykładem takiego działania jest zagwarantowanie wsparcia dla regionów węglowych, które będą najbardziej dotknięte procesem dekarbonizacji. Zapewnienie sprawiedliwej transformacji jest kluczowe dla utrzymania społecznej akceptacji i zaufania wobec nowych polityk klimatycznych (Sovacool i in., 2019).

W sektorze energetycznym Zielony Ład promuje rozwój odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna, wiatrowa i wodna. Inwestycje w infrastrukturę energetyczną oraz modernizacja sieci przesyłowych są niezbędne do zapewnienia stabilności dostaw energii (Kabeyi i Olanrewaju, 2022). Sektor budowlany w wyniku Zielonego Ładu ma zmodernizować budynki w celu poprawy ich efektywności energetycznej. Termomodernizacja i instalacja systemów odnawialnych źródeł energii to kluczowe działania w tym zakresie (Attia i in., 2022). Inwestycje te mają się przyczynić do zmniejszenia zużycia energii, obniżenia kosztów ogrzewania i chłodzenia oraz redukcji emisji CO_2.

Osiągnięcie celów Zielonego Ładu wymaga znacznych nakładów finansowych. Unia Europejska zobowiązała się do mobilizacji środków na rzecz transformacji poprzez różnorodne instrumenty finansowe, takie jak fundusze unijne, prywatne inwestycje oraz wsparcie ze strony Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Dodatkowym bodźcem do zmian, ale również nowym strumieniem dochodów ma być rozszerzenie systemu handlu uprawnieniami do emisji (Emissions Trading System – ETS) na transport i budownictwo (Braungardt, Bei der Wieden i Kranzl, 2024). Dlatego kluczowe będzie, z jednej strony, stworzenie odpowiednich warunków do inwestowania w zielone technologie, a z drugiej – zagwarantowanie, że fundusze będą priorytetowo trafiały do osób w trudnej sytuacji finansowej, a ewentualne wzrosty cen energii nie będą pogłębiać nierówności. Pozwoli to przeprowadzić transformację w sposób sprawiedliwy i zminimalizować ryzyko negatywnych konsekwencji ekonomicznych oraz wzrostu polaryzacji na tle polityki klimatycznej.

3. Jak osiągnąć cele wynikające z Zielonego Ładu?

Europejski Zielony Ład wyznacza ambitne cele klimatyczne. Do 2030 r. Unia Europejska zobowiązała się do redukcji emisji gazów cieplarnianych o 55% w porównaniu do poziomów z 1990 r. Ostatecznym celem jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Od 1990 r. Unia Europejska systematycznie zmniejszała emisje CO_2 (Moreno i in., 2024). Proces ten był efektem wdrażania licznych polityk i działań mających na celu ograniczenie zanieczyszczeń oraz promowanie zrównoważonego rozwoju. Jednym z najważniejszych elementów polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej jest system handlu emisjami (ETS). Mechanizm ten odgrywa kluczową rolę w redukcji emisji gazów cieplarnianych. System ten polega na ustalaniu limitów emisji dla poszczególnych sektorów gospodarki i umożliwia handel uprawnieniami do emisji CO_2. Cena emisji CO_2 ma stanowić istotny czynnik wpływający na decyzje inwestycyjne przedsiębiorstw oraz na ich konkurencyjność (Schultz i Williamson, 2005). Wzrost cen emisji CO_2 ma prowadzić do zwiększenia kosztów produkcji, szczególnie w sektorach energochłonnych. Przedsiębiorstwa muszą wtedy dostosować swoje strategie i inwestycje do wymogów redukcji emisji, aby spełniać wymogi redukcji emisji, co może być kosztowne i wymagać znacznych nakładów finansowych. Jeżeli nie są w stanie zredukować emisji, muszą kupować dodatkowe pozwolenia z rynku.

Od 2027 r. system handlu emisjami (ETS) obejmie również prywatne budownictwo i transport, co ma na celu przyspieszenie redukcji emisji w tych sektorach i osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Rozszerzenie ETS na te sektory będzie oznaczało wyższe ceny dla gospodarstw domowych w Polsce, które ogrzewają domy węglem i gazem. Wzrostów cen można uniknąć, ale wtedy konieczne będą inwestycje w alternatywne źródła ogrzewania, takie jak energia elektryczna, aby zmniejszyć zależność od węgla i gazu. Inwestycje te wymagają jednak znacznych nakładów kapitałowych, na które nie mogą sobie pozwolić gospodarstwa domowe z niskimi dochodami. Dlatego, żeby transformacja energetyczna przebiegała w sposób sprawiedliwy, konieczne będą działania wspierające, takie jak dotacje i bezpośrednie transfery pieniężne, aby pomóc gospodarstwom domowym z niskimi dochodami w dostosowaniu się do nowych wymagań (Hoicka i in., 2021).

4. Ile będzie kosztowało osiągnięcie celów Zielonego Ładu?

Aby osiągnąć cele wyznaczone w zakresie klimatu i energii na okres do 2030 r., niezbędne będą dodatkowe inwestycje w wysokości nawet 250 miliardów euro rocznie, co stanowi około 1,5% unijnego PKB z 2018 r. Te inwestycje są kluczowe dla wsparcia transformacji energetycznej i ochrony środowiska w Unii Europejskiej (Lenaerts, Tagliapietra i Wolff, 2022). Aby zapewnić, że koszty transformacji energetycznej nie będą nadmiernie obciążały gospodarstw domowych i „nikt nie zostanie pozostawiony samemu sobie", Komisja Europejska wprowadzi od 2026 r. Społeczny Fundusz Klimatyczny. Fundusz ten ma na celu wsparcie najbardziej narażonych na wzrosty cen energii i paliw w wyniku realizacji ambitnych planów walki z negatywnymi skutkami zmiany klimatu i degradacji środowiska.

Celem Społecznego Funduszu Klimatycznego jest zapewnienie sprawiedliwej transformacji, która uwzględnia różnice w punktach wyjścia i zdolnościach adaptacyjnych poszczególnych krajów. Fundusz ten ma pomóc w łagodzeniu społecznych i ekonomicznych skutków transformacji energetycznej, zapewniając wsparcie dla najbardziej narażonych grup społecznych. Polska będzie największym beneficjentem Społecznego Funduszu Klimatycznego, w ramach którego przewidziano alokację blisko 50 miliardów złotych w latach 2026–2032.

Eksperci szacują, że termomodernizacja wymagana przez ambitną politykę klimatyczną Unii Europejskiej będzie kosztować w Polsce 85 miliardów euro (Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2022). Około 75% tej sumy zostanie sfinansowane z funduszy unijnych. Z tej kwoty blisko 13 miliardów euro (15%) powinno zostać przeznaczone na sfinansowanie modernizacji mieszkań w najgorszym stanie technicznym, które zamieszkują osoby w trudnej sytuacji materialnej i ubóstwie energetycznym. Oprócz sfinansowania transformacji innym wyzwaniem dla polityki publicznej jest stworzenie systemu, który pozwoli efektywnie alokować fundusze unijne, aby wspierać osoby w trudnej sytuacji materialnej. System taki musi być przejrzysty i sprawnie zarządzany, aby środki trafiały tam, gdzie są najbardziej potrzebne. Pozwoli to efektywnie zmodernizować rocznie około miliona mieszkań w budynkach w złym stanie technicznym. Taki cel jest możliwy do osiągnięcia. Już teraz, w ramach programu Czyste Powietrze, który jest kluczowym instrumentem realizującym założenia Europejskiego Zielonego Ładu w Polsce, Polska dysponuje budżetem ponad 20 miliardów euro. Program Czyste Powietrze ma na celu poprawę jakości powietrza oraz zwiększenie efektywności energetycznej budynków mieszkalnych (Sokołowski i Bouzarovski, 2022). Osoby o niskich dochodach mogą otrzymać pełne wsparcie finansowe na realizację inwestycji związanych z poprawą efektywności energetycznej swoich domów. Wprowadzono również możliwości prefinansowania inwestycji dla osób z niskimi dochodami, co pozwala na rozpoczęcie prac bez konieczności wcześniejszego posiadania pełnej kwoty na ich realizację. Program Czyste Powietrze jest też kluczowym instrumentem, który potencjalnie pozwala zapobiegać nieproporcjonalnemu wzrostowi cen wśród osób z niskimi dochodami, ze względu na ambitne cele polityki klimatycznej Unii Europejskiej.

5. Jakie są ryzyka związane z Zielonym Ładem dla polskich gospodarstw domowych?

Polska stoi przed wieloma wyzwaniami w kontekście dekarbonizacji sektora mieszkaniowego. Wysokie koszty transformacji, potrzeba modernizacji infrastruktury grzewczej oraz brak odpowiednich bodźców finansowych i regulacyjnych spowalniają proces przechodzenia na czystsze źródła energii. W 2024 r. węgiel nadal odgrywał znaczącą rolę w polskiej energetyce, zarówno systemowej, jak i w sektorze gospodarstw domowych. Mimo

ogólnoeuropejskich trendów dekarbonizacji w latach 1990–2019 węgiel pozostaje jednym z głównych źródeł ciepła w polskich domach. Około 30% gospodarstw domowych w Polsce ogrzewa swoje domy węglem. Wprawdzie jego udział w polskim miksie energetycznym i w ogrzewnictwie indywidualnym stopniowo maleje, jednak tempo tej redukcji jest wolniejsze w porównaniu do innych krajów europejskich (Sokołowski i Bouzarovski, 2022).

Uzależnienie od węgla i zapóźnienie procesów transformacji w Polsce prowadzi do powstawania wielu systemowych problemów, m.in. złej jakości powietrza czy ubóstwa energetycznego. Ubóstwo energetyczne to sytuacja, w której gospodarstwa domowe nie mogą sobie pozwolić na niezbędne usługi energetyczne, aby zapewnić podstawowy poziom życia. Około 1,5 miliona gospodarstw domowych (10%) jest narażonych na ubóstwo energetyczne (Sokołowski i in., 2020). Istnieje ryzyko, że rosnące tempo dekarbonizacji spowoduje wzrost cen węgla i gazu, co będzie prowadziło do większego wzrostu kosztów energii, szczególnie obciążającego osoby z niskimi dochodami i ubogie energetycznie.

Dlatego, aby przyspieszyć proces dekarbonizacji, konieczne są skoordynowane działania polityczne i finansowe skierowane priorytetowo do osób w trudnej sytuacji materialnej. Dotacje na termomodernizację budynków oraz wsparcie instalacji odnawialnych źródeł energii mogą znacząco przyczynić się do redukcji zużycia węgla. Mimo subsydiów i wsparcia inwestycyjnego emisje w budownictwie nie były ograniczane w wystarczającym stopniu. Dlatego w ramach Zielonego Ładu przewidziano włączenie emisji generowanych przez budynki do europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji. Ma to stanowić dodatkowy bodziec do redukcji emisji w sektorze budowlanym, ale jednocześnie spowoduje wzrost cen paliw kopalnych i może przyczynić się do powstania napięć społecznych na tle polityki klimatycznej.

6. Czy Polki i Polacy zgodzą się na wprowadzenie Zielonego Ładu?

Istnieje ryzyko, że rozszerzenie ETS na transport i budownictwo będzie skutkowało polaryzacją polskiego i europejskich społeczeństw na tle polityki klimatycznej. W ekstremalnych przypadkach będzie prowadzić do protestów podobnych do ruchu Żółtych Kamizelek we Francji (Grossman i Mayer, 2022). Badania pokazują, że Polki i Polacy są generalnie prze-

ciwni wprowadzaniu podatków od paliw kopalnych. Wynika to zarówno z obawy o wzrost kosztów, jak i z braku zaufania wobec władz i ich działań w zakresie polityki klimatycznej (Douenne i Fabre, 2022).

Wysoki poziom sprzeciwu wobec podatku, jakim będzie ETS-2[1], i poczucie braku reprezentacji politycznej mogą stanowić poważne wyzwanie dla wprowadzenia skutecznych polityk klimatycznych. Potwierdzają to wyniki badań, które pokazują, że spadek dochodów zmniejsza prawdopodobieństwo akceptacji podatku od paliw kopalnych w Polsce, natomiast zyski z takiej polityki nie podnoszą tego prawdopodobieństwa. Wartość podatku łączy się z awersją wobec tego rozwiązania. Prawdopodobieństwo akceptacji podatku węglowego zmniejsza się w miarę wzrostu jego wartości (Sokołowski, Lewandowski i Frankowski, 2023).

Dlatego politycy powinni wprowadzić efektywne mechanizmy redystrybucji, które zminimalizują straty dochodów. Redystrybucja powinna w szczególności obejmować gospodarstwa domowe z niskimi dochodami. Pozwoli to zwiększyć akceptację wprowadzenia systemu ETS-2 w Polsce i zminimalizuje ryzyko polaryzacji. Działania takie można wspierać kampaniami informacyjnymi i konsultacjami społecznymi (np. z wykorzystaniem paneli obywatelskich), aby wyjaśnić korzyści płynące z systemu ETS-2 i zmniejszyć obawy związane z potencjalnymi stratami dochodów. Dodatkowo należy pamiętać, że bezpośrednie transfery gotówkowe będą bardziej efektywne niż dotacje w zmniejszaniu awersji do podatku węglowego wśród gospodarstw domowych o niskich dochodach. Osoby o niskich dochodach są bardziej skłonne zaakceptować podatek węglowy, jeśli otrzymają transfer gotówkowy, niż jeśli uzyskają dotacje. Osoby o wysokich dochodach wykazują mniejszą wrażliwość na wartość podatku i rodzaj redystrybucji (Sokołowski, Lewandowski i Frankowski, 2023).

Wyniki badania sugerują, że społeczeństwo będzie gotowe zaakceptować polityki klimatyczne, jeżeli uwzględnią one preferencje społeczne oraz efektywne mechanizmy redystrybucji dochodów. Zwiększenie akceptacji będzie również możliwe, jeżeli polityka klimatyczna stanie się szansą dla rozwoju gospodarki (Drews i van den Bergh, 2016). Dobrym przykładem

[1] ETS-2 będzie rozszerzeniem systemu ETS-1 – pierwszego i największego na świecie systemu handlu uprawnieniami do emisji. ETS-1 obejmuje sektor energetyczny oraz przemysł energochłonny i działa na zasadzie limitu emisji i mechanizmu rynkowego pozwalającego na handel uprawnieniami, mającego na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych w sposób efektywny kosztowo.

tego, jak wyzwania związane z Zielonym Ładem mogą stać się szansą rozwoju, jest rolnictwo.

7. Czy wyzwania związane z Zielonym Ładem mogą stać się szansą na rozwój polskiej gospodarki?

Zielony Ład doprowadził do intensywnych protestów rolników w Europie w 2024 r. Rolnicy utrzymywali, że unijne regulacje negatywnie wpływają na kondycję sektora. Producenci żywności protestowali przeciwko zapisom Zielonego Ładu, które mają chronić klimat, bo obawiali się wzrostu kosztów produkcji. W reakcji na protesty Bruksela wycofała się z części restrykcji wobec rolników i obiecała dalsze ustępstwa. Zasadne jest pytanie, czy polskie rolnictwo może się nie zmieniać? Gdyby jednak okazało się, że w sektorze są konieczne zmiany, to czy jest szansa, żeby Zielony Ład stał się impulsem rozwojowym dla polskiego rolnictwa?

W 2022 r. w polskim rolnictwie pracowało prawie 1,4 miliona osób. W żadnym innym kraju Unii Europejskiej liczba ta nie była tak wysoka. We Włoszech, czyli jednym z następnych krajów z największą liczbą osób zatrudnionych w rolnictwie, zatrudnienie wynosiło mniej niż 900 tysięcy. W Polsce osoby zatrudnione w rolnictwie stanowiły ponad 8% ogółu zatrudnionych w 2022 r., we Włoszech – mniej niż 4%. Dane te sugerują, że udział rolnictwa w zatrudnieniu w Polsce jest nieproporcjonalnie wysoki w stosunku do poziomu rozwoju gospodarczego. Wysokie zatrudnienie to niska produktywność (Nowak i Różańska-Boczula, 2024). W 2022 r. wartość dodana na jedną osobę pracującą w rolnictwie w Polsce była prawie czterokrotnie niższa od średniej unijnej. Polskie rolnictwo jest zdominowane przez małe gospodarstwa rodzinne, które stanowią około 98% wszystkich gospodarstw rolnych. W małych gospodarstwach trudno korzystać z efektów skali, a koszty stałe są porównywalne niezależnie od wielkości gospodarstwa. Mała powierzchnia to także mniejsze plony i przychody, co utrudnia inwestycje i dalszy rozwój.

Biorąc pod uwagę wysokie zatrudnienie w rolnictwie oraz niską produktywność polskich gospodarstw, nowe cele klimatyczne wprowadzone w ramach Zielonego Ładu powinny być postrzegane nie jako zagrożenie, ale jako okazja dla rozwoju polskiego rolnictwa. Polska gospodarka szybko się rozwija, co wiąże się z rosnącym zapotrzebowaniem na nowych pracowników. Trendy demograficzne jasno wskazują, że liczba osób w wieku

produkcyjnym w Polsce będzie się zmniejszać (World Bank, 2023). Dodatkowi pracownicy z sektora rolniczego byliby zatem przydatni na polskim rynku pracy. Strategia dla polskiego rolnictwa powinna również uwzględniać problem rozdrobnienia gospodarstw. Konkurencyjność współczesnego rolnictwa opiera się głównie na nowoczesnym sprzęcie, zaawansowanych technologiach i korzyściach skali. Mniejsze gospodarstwa nie są w stanie konkurować z większymi pod względem wydajności i efektywności. Inwestycje w park maszynowy czy odpowiednie nawożenie wymagają znacznych nakładów, a kluczowym czynnikiem motywującym jest odpowiednia rentowność. Aby ją osiągnąć, konieczne jest posiadanie więcej niż kilkunastu hektarów ziemi uprawnej. Tymczasem polskie rolnictwo jest jednym z najbardziej rozdrobnionych w Unii Europejskiej.

8. Podsumowanie: czy Europejski Zielony Ład może stać się nie tylko polityką klimatyczną, lecz także polityką gospodarczą i przemysłową?

Europejski Zielony Ład może być nie tylko inicjatywą klimatyczną, ale również polityką gospodarczą, której celem będzie zmiana gospodarki Unii Europejskiej w bardziej zrównoważoną i sprawiedliwą. Polska gospodarka może być beneficjentem tej transformacji, pod warunkiem że podejmie aktywne działania na rzecz tworzenia Zielonego Ładu. Na początku potrzebne są do tego cztery podstawowe kroki: ograniczanie nierówności przez progresywne transfery dochodowe, efektywny dostęp do finansowania inwestycji, programy edukacyjne dla przekwalifikowania pracowników do zielonych sektorów oraz lepszy udział społeczeństwa w tym procesie i efektywna komunikacja.

Po pierwsze, progresywne transfery dochodowe mogą zapewnić wsparcie dla osób o niższych dochodach, minimalizując w ten sposób relatywnie wysokie nierówności ekonomiczne (Bukowski i Novokmet, 2021), oraz zapobiegać pogłębianiu się i powstawaniu nowych nierówności wynikających z transformacji energetycznej. Bezpośrednie transfery gotówkowe wpłyną na ograniczenie rosnących cen energii, będą impulsem do wyrównania szans uczestniczenia w procesie transformacji energetycznej i zapewnią, że proces ten będzie korzystny dla wszystkich grup społecznych.

Po drugie, konieczny jest łatwy dostęp do środków na inwestycje, nie tylko w wielkoskalowe inwestycje przyspieszające dekarbonizację, takie jak

budowa odnawialnych źródeł energii czy energetyki atomowej, ale również na termomodernizację i wymianę źródeł ciepła. Dotyczy to m.in. właścicieli mieszkań w budynkach wielorodzinnych, którzy nie doczekali się w Polsce efektywnego wsparcia inwestycyjnego do 2024 r. Tego typu wsparcie funkcjonuje już w przypadku właścicieli domów jednorodzinnych (Program Czyste Powietrze oraz w mniejszym stopniu Mój Prąd) (Sokołowski, 2023). Inwestycje te przyczynią się do zwiększenia efektywności energetycznej, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz obniżenia kosztów ogrzewania w sektorze gospodarstw domowych. Mniejsze koszty będą oznaczały niższe ryzyko polaryzacji społecznej na tle polityki klimatycznej oraz większą akceptację ambitnych celów transformacji energetycznej.

Po trzecie, potrzebny jest rozwój programów edukacyjnych, które umożliwią przekwalifikowanie pracowników do pracy w nowych sektorach, powstających w wyniku transformacji energetycznej. Dotyczy to nie tylko branż tradycyjnie wiązanych z transformacją energetyczną jak górnictwo, ale też rolnictwa. Trendy makroekonomiczne w Polsce: niskie bezrobocie, wzrost liczby osób z wyższym wykształceniem czy demografia, sprzyjają transformacji (Sokołowski i in., 2022). Potrzebne są jednak aktywne polityki na rynku pracy, które przyspieszą ten proces i zagwarantują, że pracownicy zmieniający branże nie będą narażeni na utratę pracy czy spadek płac. Taką transformację można osiągnąć, angażując pracowników w ten proces, uwzględniając ich potrzeby oraz tworząc alternatywne, zielone miejsca pracy w pokrewnych sektorach, np. budownictwie, którego rozwój jest konieczny do przeprowadzenia niezbędnej fali renowacji budynków w Polsce.

W końcu, konieczny jest aktywny udział społeczeństwa w procesie transformacji energetycznej i skupienie się na pozytywnych aspektach tego procesu oraz kosztach zaniechania działań na rzecz klimatu. Komunikowanie, edukacja i włączanie społeczeństwa w proces transformacji (również z wykorzystaniem demokracji deliberatywnej i paneli obywatelskich) zwiększą poparcie społeczne i zrozumienie tego procesu.

Podsumowując, Europejski Zielony Ład to nie tylko inicjatywa klimatyczna, lecz także kompleksowa polityka gospodarcza i przemysłowa, mająca na celu przekształcenie gospodarki Unii Europejskiej w bardziej zrównoważoną i sprawiedliwą. W Polsce wdrożenie Zielonego Ładu stanowi szansę na znaczącą modernizację gospodarki. Kluczowe jest jednak zapewnienie sprawiedliwej transformacji, która uwzględnia potrzeby najuboższych grup społecznych oraz pracowników w sektorach szczególnie dotknię-

tych zmianami. Wprowadzenie efektywnych mechanizmów redystrybucji, wsparcie finansowe dla inwestycji w zrównoważone technologie oraz edukacja i aktywne zaangażowanie społeczeństwa mogą zwiększyć akceptację dla ambitnych celów Zielonego Ładu. Tym samym Polska może nie tylko osiągnąć swoje cele klimatyczne, ale również wykorzystać te wyzwania jako szansę na rozwój i modernizację gospodarki.

Bibliografia

Attia S., Kosiński P., Wójcik R., Węglarz A., Koc D., Laurent O., 2022. *Energy efficiency in the polish residential building stock: A literature review*, „Journal of Building Engineering", vol. 45, 103461, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103461.

Bäckstrand K., 2022. *Towards a Climate-Neutral Union by 2050? The European Green Deal, Climate Law, and Green Recovery*, w: A. Bakardjieva Engelbrekt, P. Ekman, A. Michalski, L. Oxelheim (red.), *Routes to a Resilient European Union: Interdisciplinary European Studies*, Palgrave Macmillan, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-93165-0_3.

Braungardt S., Bei der Wieden M., Kranzl L., 2024. *EU emissions trading in the buildings sector – an ex-ante assessment*, „Climate Policy", 1–15, https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2371387.

Bukowski P., Novokmet F., 2021. *Between communism and capitalism: Long-term inequality in Poland, 1892–2015*, „Journal of Economic Growth", vol. 26(2), s. 187–239, https://doi.org/10.1007/s10887-021-09190-1.

Douenne T., Fabre A., 2022. *Yellow vests, pessimistic beliefs, and carbon tax aversion*, „American Economic Journal: Economic Policy", vol. 14(1), s. 81–110, https://doi.org/10.1257/pol.20200092.

Drews S., van den Bergh J.C.J.M., 2016. *What explains public support for climate policies? A review of empirical and experimental studies*, „Climate Policy", vol. 16(7), s. 855–876, https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1058240.

Filipović S., Lior N., Radovanović M., 2022. *The green deal – just transition and sustainable development goals Nexus*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews", vol. 168, 112759, https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112759.

Grossman E., Mayer N., 2022. *A new form of anti-government resentment? Making sense of mass support for the Yellow-Vest Movement in France*, „Journal of Elections, Public Opinion and Parties", 33(4), s. 1–23, https://doi.org/10.1080/17457289.2022.2142596.

Heffron R.J., Sokołowski M.M., 2024. *Resolving energy policy failure: Introducing energy justice as the solution to achieve a just transition*, „Energy Policy", vol. 187(3), 114042, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114042.

Hoicka C.E., Lowitzsch J., Brisbois M.C., Kumar A., Ramirez Camargo L., 2021. *Implementing a just renewable energy transition: Policy advice for transposing the new European rules for renewable energy communities*, „Energy Policy", vol. 156, 112435, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112435.

Kabeyi M.J.B., Olanrewaju O.A., 2022. *Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply*, „Frontiers in Energy Research", vol. 9, https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.743114.

Lenaerts K., Tagliapietra S., Wolff G.B., 2022. *How can the European Union adapt to climate change?*, „Intereconomics", vol. 57(5), s. 314–321, https://doi.org/10.1007/s10272-022-1071-4.

Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2022. *Długoterminowa strategia renowacji budynków*, załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z 9 lutego 2022 r., https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/Dlugoterminowa-strategia-renowacji-budynkow (dostęp: 3.04.2025 r.).

Moreno J., Campagnolo L., Boitier B., Nikas A., Koasidis K., Gambhir A., … Vielle M., 2024. *The impacts of decarbonization pathways on Sustainable Development Goals in the European Union*, „Communications Earth & Environment", vol. 5(1), s. 1–14, https://doi.org/10.1038/s43247-024-01309-7.

Nowak A., Różańska-Boczula M., 2024. *A comparative view of the level of agricultural sustainability – The case of European Union member states*, „Sustainable Development", vol. 32(3), s. 2638–2652, https://doi.org/10.1002/sd.2804.

Pianta M., Lucchese M., 2020. *Rethinking the European Green Deal: An industrial policy for a just transition in Europe*, „Review of Radical Political Economics", vol. 52(4), s. 633–641, https://doi.org/10.1177/0486613420938207.

Schultz K., Williamson P., 2005. *Gaining competitive advantage in a carbon-constrained world: Strategies for European business*, „European Management Journal", vol. 23(4), s. 383–391, https://doi.org/10.1016/j.emj.2005.06.010.

Sokołowski J., 2023. *Peer effects on photovoltaics (PV) adoption and air quality spillovers in Poland*, „Energy Economics", vol. 125(5), 106808, https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106808.

Sokołowski J., Bouzarovski S., 2022. *Decarbonisation of the Polish residential sector between the 1990s and 2021: A case study of policy failures*, „Energy Policy", vol. 163(19), 112848, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112848.

Sokołowski J., Frankowski J., Mazurkiewicz J., Lewandowski P., 2022. *Hard coal phase-out and the labour market transition pathways: The case of Poland*, „Environmental Innovation and Societal Transitions", vol. 43(1), s. 80–98, https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.03.003.

Sokołowski J., Lewandowski P., Frankowski J., 2023. *How to Prevent Yellow Vests? Evaluating Preferences for a Carbon Tax with a Discrete Choice Experiment*, IBS Working Paper 03/2023.

Sokołowski J., Lewandowski P., Kiełczewska A., Bouzarovski S., 2020. *A multidimensional index to measure energy poverty: The Polish case*, „Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy", vol. 15(2), s. 92–112, https://doi.org/10.1080/15567249.2020.1742817.

Sovacool B.K., Martiskainen M., Hook A., Baker L., 2019. *Decarbonization and its discontents: A critical energy justice perspective on four low-carbon transitions*, „Climatic Change", vol. 155(4), s. 581–619, https://doi.org/10.1007/s10584-019-02521-7.

World Bank, 2023. World Bank Open Data, https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&locations=AT-EU-BE-BG-HR-CY-CZ-DK-EE-FI-FR-DE-GR-HU-IE-IT-LV-LT-LU-MT-NL-PT-RO-SK-SI-ES-SE-PL&start=2000.

Agata Dziewulska
Uniwersytet Warszawski, Centrum Europejskie
i Platforma Zielonego Dialogu
ORCID: 0000-0002-0977-4753



Bezpieczeństwo klimatyczne: między sekurytyzacją a zrównoważonym rozwojem

1. Wstęp

Postępujące zmiany klimatu i konsekwencje tych procesów zasadnie rodzą pytania związane z bezpieczeństwem. Przykładowe brzmią: czy nie produkujemy tyle zanieczyszczeń, że za jakiś czas nie będzie czym oddychać, co pić, co jeść? Czy nadal będziemy mogli doświadczać obecnego lub wyższego standardu życia? Czy wystarczy zasobów Ziemi do tego, by przyszłe pokolenia mogły utrzymać lub rozwijać warunki życia? Niepokoje wydają się uzasadnione, a fakt ich pojawiania się wskazuje na ograniczenie poczucia bezpieczeństwa – zmiany klimatu postrzegane jako zagrożenie pojawiły się w dyskursie publicznym, lecz choć dużo się o nich mówi, nadal brakuje jednoznacznej odpowiedzi, jak zagwarantować bezpieczeństwo przy postępującej degradacji środowiska i niekorzystnych dla człowieka zmianach klimatycznych. Czy koncepcja zrównoważonego rozwoju może być drogowskazem do dalszych badań?

2. Sekurytyzacja zmian klimatu

Pierwsi o włączenie kwestii zmian klimatu do decydowania o sprawach państwa apelowali do polityków naukowcy amerykańscy w latach 60. Mimo że w raportach (PSAC, 1965; NSF, 1966) rekomendowali konkretne działania, niewiele rekomendacji zostało wdrożonych (Hart i Victor, 1993). Dopiero w latach 80. zmiany klimatu zaczęły być rozpoznawane

jako zagrożenie na poziomie światowym i omawiane na forach międzynarodowych (McDonald, 2013). W 1988 r., z inicjatywy *United Nations Environment Programme*, Organizacja Narodów Zjednoczonych (ONZ) powołała *Intergovernmental Programme on Climate Change* (IPCC) z zadaniem: „przygotowania kompleksowego przeglądu i zaleceń dotyczących stanu wiedzy naukowej na temat zmian klimatu, społecznych i gospodarczych skutków zmian klimatu oraz potencjalnych strategii reagowania i elementów, które zostaną uwzględnione w ewentualnej przyszłej międzynarodowej konwencji w sprawie klimatu" (IPCC, 2024). Pierwszy raport został opublikowany w 1990 r., a skala nie tylko zmian klimatu, lecz także ich konsekwencji dla społeczeństw i gospodarek spowodowała, że o klimacie zaczęto myśleć jako o elemencie bezpieczeństwa.

Postrzeganie zjawisk i procesów, które początkowo wydają się nie mieć związku z bezpieczeństwem, właśnie jako elementów wpływających na system bezpieczeństwa określamy „sekurytyzacją". Barry Buzan, Ole Wæver i Jaap De Wilde – autorzy tej koncepcji – piszą: „Sekurytyzację można postrzegać jako bardziej ekstremalną wersję upolitycznienia. Teoretycznie każda kwestia publiczna może być zlokalizowana na spektrum od nieupolitycznionych (co oznacza, że państwo nie zajmuje się nią i kwestia nie jest w żaden inny sposób przedmiotem publicznej debaty i decyzji), poprzez upolitycznione (co oznacza, że kwestia jest częścią polityki publicznej, wymaga decyzji rządu i alokacji zasobów lub rzadziej jakiejś innej formy zarządzania komunalnego), do sekurytyzowanych (co oznacza, że kwestia jest przedstawiana jako zagrożenie egzystencjalne, wymaga środków nadzwyczajnych i uzasadnia działania ponad normalne granice procedury politycznej)" (Buzan, Wæver i De Wilde, 1998, s. 23–24). „Sekurytyzacja" daje więc władzy pełnomocnictwo do działania, jakby warunki były szczególne, a więc do używania szczególnych środków. Autorzy koncentrują się na analizie procesu sekurytyzacji zjawisk i dochodzą do wniosków, że zjawiska stają się zagrożeniami dla bezpieczeństwa w momencie identyfikacji jako takie przez elity polityczne i przy akceptacji opinii publicznej (choć czasem proces może być odwrotny), bez względu na ich charakter czy faktyczny związek z bezpieczeństwem. Wskazują względność sekurytyzacji, przytaczając fakt upolitycznienia religii w niektórych państwach (Iran, Arabia Saudyjska, Burma), podczas gdy w innych – religia nie ma kontekstu politycznego. Dalej piszą o sekurytyzacji kultury w Iranie czy byłym Związku Radzieckim, pokazując, że w innych państwach kultura nie jest traktowana jako element bezpieczeństwa (Buzan, Wæver i De Wilde, 1998,

s. 24)[1]. Podsumowując, sekurytyzacja jest względna, może być wyłącznie percepcyjna (w przeciwieństwie do realnej), ma akceptację społeczną i pozwala władzy na stosowanie szczególnych środków.

Obecnie proces sekurytyzacji dotknął także zmiany klimatyczne i ich konsekwencje – zmiany klimatu – są postrzegane jako zagrażające bezpieczeństwu na wiele sposobów. Sekurytyzacja zmian klimatu i zmian środowiskowych polega na nadawaniu kontekstu bezpieczeństwa zmianom zasadniczo przyrodniczym. Na niektóre z nich człowiek ma wpływ (powoduje je, jest w stanie przeciwdziałać albo zapobiegać im), a na niektóre nie. Na niektóre z nich państwo jako instytucja może mieć wpływ (np. poprzez polityki związane z rozwojem lub wspieranie rozwoju odpowiednich technologii), a na niektóre nie. Od lat 80. kwestie zmian klimatu są przedmiotem debat prowadzonych pod patronatem organizacji międzynarodowych. Mamy więc do czynienia z procesem, w którym zmiany zachodzą, ich aksjologia i współzależności nie są do końca zbadane, przy jednoczesnym poszerzaniu spektrum interpretacji dla zjawisk (głównie w celu przewidywania kierunków rozwoju tego procesu – np. właśnie przez pryzmat bezpieczeństwa) i angażowaniu się coraz większej liczby podmiotów w kreowanie rozwiązań dla problemów, z których część jest dopiero przewidywana. Parafrazując, kiedyś susza była sprawą między rolnikiem a św. Nepomucenem (Ostrowska, 2024), obecnie oczekujemy od państwa czy regulatora rynku (np. Unii Europejskiej) przygotowania mechanizmów wyrównawczych, tym samym upolitycznijąc suszę. Od upolitycznienia do sekurytyzacji jest zaledwie mały krok, np. próby przewidywania, na ile susza może stać się zarzewiem konfliktu.

3. Poziomy analizy bezpieczeństwa klimatycznego

Określenie „bezpieczeństwo klimatyczne" dotyczy zasadniczo po prostu relacji między klimatem a bezpieczeństwem. Jak piszą Lisa M. Dellmuth i współpracownicy (2017): „«Bezpieczeństwo klimatyczne» jest pojęciem dość nieuchwytnym, które zostało zdefiniowane na wiele różnych sposobów. Na poziomie podstawowym bezpieczeństwo klimatyczne jest powszechnie określane jako zagrożenie dla państw, społeczeństw i obywateli,

[1] Na temat sekurytyzacji, procesu, w wyniku którego zagadnienie lub zjawisko staje się kwestią bezpieczeństwa, pisali także m.in.: Trombetta, 2008; Dalby, 2013; McDonald, 2013; Daoudy, 2021; Vogler, 2023.

obejmujące wszelkie zagrożenia i ryzyko bezpośrednio lub pośrednio spowodowane zmianami klimatycznymi" (Dellmuth i in., 2017, s. 3). Z definicji tej wynika, że bezpieczeństwo klimatyczne jest kontekstualne i zależy w dużej mierze od relacji między zagrożeniami, jakie się pojawiają dla różnych podmiotów, a ich zdolnością do pokonania tych zagrożeń lub adaptacji do ich skutków. Uwzględniając te czynniki, Dellmuth i współpracownicy ostatecznie decydują się na przyjęcie następującej definicji bezpieczeństwa klimatycznego: „definiujemy bezpieczeństwo klimatyczne jako warunek, w którym ludzie, społeczności i państwa mają zdolność do radzenia sobie z presjami wynikającymi z klimatycznych zmian i różnorodności" (Dellmuth i in., 2017, s. 3).

Naukowcy analizują bezpieczeństwo klimatyczne na czterech podstawowych poziomach, wychodząc od określenia podmiotu, który jest zagrożony:

1) bezpieczeństwo narodowe (kiedy badamy zagrożenie dla państwa);
2) bezpieczeństwo człowieka/jednostki (*human security*);
3) bezpieczeństwo międzynarodowe (w którym studiujemy zagrożenie dla wspólnoty międzynarodowej);
4) bezpieczeństwo ekologiczne (w którym sprawdzamy odporność ekosystemu na zmiany) (McDonald, 2013, s. 44; Vogler, 2023, s. 2–3).

Na pierwszym z wymienionych poziomów państwo i władza są odpowiedzialne za organizację życia społeczno-gospodarczego państwa w taki sposób, żeby zagrożenia pochodne od zmian klimatu nie stanowiły zagrożenia dla trwania i rozwoju społeczeństw (McDonald, 2013, s. 45–46). Na drugim poziomie centrum analizy stanowi człowiek i jego dobrostan – konsekwencje zmian klimatu są ważne przede wszystkim dla ludzi, a nie dla państw czy wspólnoty międzynarodowej (McDonald, 2013, s. 46–47). Trzeci poziom analizy odnosi się do wspólnoty międzynarodowej, jej spójności zagrożonej konfliktami związanymi z konsekwencjami zmian klimatu – konfliktami zarówno zbrojnymi (np. o ograniczone zasoby), jak i związanymi z podziałami względem decydowania politycznego na poziomie międzynarodowym (np. czy i jakie działania powinny być podjęte w związku ze zmianami klimatu) (McDonald, 2013, s. 47–48). Ostatnim z wymienionych poziomów analizy jest bezpieczeństwo ekologiczne, w którym bierze się pod uwagę konsekwencje zmian klimatycznych, ale i działania człowieka dla ekosystemów. W analizie tego poziomu podkreśla się ograniczone możliwości produkcyjne i reprodukcyjne Ziemi, których wyczerpywane

zapasy stanowią zagrożenie dla przetrwania rodzaju ludzkiego (McDonald, 2013, s. 48–49).

4. „Klimatyczne" zagrożenia dla bezpieczeństwa

Powiązanych ze zmianami klimatu zagrożeń dla bezpieczeństwa naukowcy wskazują wiele. Lista ta nadal nie jest wyczerpana przede wszystkim dlatego, że zagrożenia te mogą być bezpośrednie (np. pustynnienie terenu powoduje brak możliwości produkcji żywności) lub pośrednie. W przypadku tych drugich naukowcy używają określenia *threat multiplier* albo *risk multiplier*, co roboczo można przetłumaczyć jako „mnożnik" zagrożeń czy ryzyka. Są to te zjawiska, które nie tylko stanowią problem same w sobie, ale rodzą obawy o pojawienie się kolejnych niepożądanych zajść w następstwie swojego pojawienia się. Na przykład susza może spowodować rywalizację o wodę, a rywalizacja o wodę może przerodzić się w konflikt zbrojny. Naturalnie nie każda susza spowoduje rywalizację i nie każda rywalizacja znajdzie ujście w konflikcie zbrojnym. Chodzi o schemat, w którym zjawisko przyrodnicze zapoczątkuje ciąg procesów, które w pewnym momencie będą miały kontekst bezpieczeństwa.

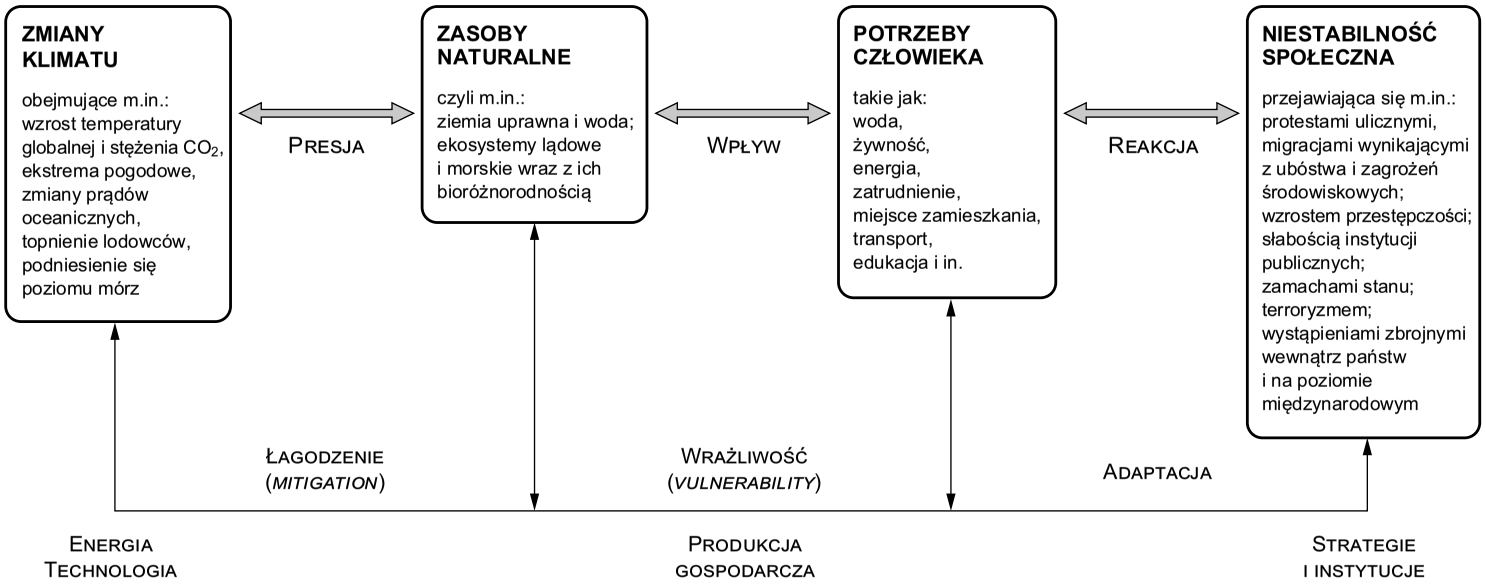
Z bezpośrednich zagrożeń dla bezpieczeństwa autorzy wymieniają przede wszystkim: masowy niedobór wody czy jedzenia, katastrofy naturalne (Podesta i Ogden, 2007), rosnące ceny żywności związane z ograniczeniem jego produkcji (Daoudy, 2021), co z kolei wpływa na niepewność związaną z możliwością utrzymania się (*livelihood insecurity*) (Läderach i in., 2023). Jürgen Scheffran (2011, s. 736) wyodrębnia dodatkowe czynniki stanowiące zagrożenie: wzrost temperatury, koncentracja CO_2, promieniowanie słoneczne, parowanie, wiatry, zachmurzenie, ekstrema pogodowe, prądy oceaniczne, topnienie lodów Ziemi, podnoszenie się poziomu mórz. Autor ilustruje połączenia czynników, pisząc: „zmiany klimatyczne mają wiele potencjalnych oddziaływań na środowisko naturalne, które są ze sobą ściśle powiązane. Na przykład mniej wody wpływa na ekosystemy i warunki glebowe; podnoszenie się poziomu mórz zagraża wielu regionom przybrzeżnym. Przewiduje się, że ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak huragany, powodzie i fale upałów, zwiększą częstotliwość i nasilenie i mogą być bardzo destrukcyjne tam, gdzie uderzą" (Scheffran, 2011, s. 737). Podobnie jak Marwa Daoudy (2021) czy Peter Läderach i współpracownicy (2023), Scheffran (2011) podejmuje próbę usystematyzowania

zależności między czynnikami zmian w kontekście „wrażliwości" na te czynniki (*vulnerability*) a odpornością na nie (*resilience*). Wrażliwość człowieka, społeczności czy systemu jest kombinacją możliwości występowania zagrożeń, które mogą spowodować zaburzenie normalnego funkcjonowania, i zdolnością do przewidywania, radzenia sobie z zagrożeniami, opierania się im i umiejętności dostosowania się do nich (odpornością na nie). Kombinacje wrażliwości i odporności są więc zindywidualizowane, a wrażliwość i odporność różnią się z człowieka na człowieka, ze społeczności na społeczność, ze społeczeństwa na społeczeństwo i z systemu na system (Scheffran, 2011, s. 740).

Schemat zależności Scheffrana przedstawia rycina 1.

Autor zauważa, że ludzkość zależy od warunków klimatycznych, w jakich żyje. Dzieje się tak praktycznie w każdym aspekcie życia – zarówno w kontekście produkcji żywności, sposobu zarobkowania, zapewniania zdrowia, jak i organizacji życia społecznego. Klimat wpływa praktycznie na wszystko, co człowiek robi, i gdy się znacząco zmienia, będzie wywoływał presję na system społeczny, społeczeństwo i sposób organizacji życia przez ludzi (Scheffran, 2011, s. 736). Od zdolności adaptacyjnych i od sposobu reakcji na zmiany będzie zależało, czy ludzie i społeczeństwa będą w stanie sobie poradzić z presją. Jednym z największych wyzwań związanych ze zmianami i presją, jaką powodują, jest znalezienie takich mechanizmów dostosowania i radzenia sobie ze zmianami, które pozwolą uniknąć zagrożenia dla bezpieczeństwa.

Schemat Scheffrana pokazuje, że efekty zmian klimatu wywołują zmiany środowiskowe, wpływając (z punktu widzenia człowieka przeważnie niekorzystnie) na zasoby naturalne, co ma bezpośredni wpływ na potrzeby człowieka. W zależności od „wrażliwości" czy uzależnienia człowieka od zasobów naturalnych jego styl życia będzie wymagał większych lub mniejszych dostosowań, większym lub mniejszym kosztem. Konieczność modyfikacji tych potrzeb lub źródeł ich zaspokajania, przy jednoczesnym braku możliwości czy zdolności adaptacji, automatycznie powoduje reakcje społeczne. Te mogą się różnić, ale wszystkie przedstawione przez autora są niepokojące, oparte na przemocy, a przez to są zagrożeniem dla bezpieczeństwa i wymagają użycia środków zaradczych przez państwo. W celu zapobiegania rozwojowi opisanego schematu możliwe jest wprowadzanie mechanizmów kompensujących, wspierających społeczeństwa w radzeniu sobie ze zmianami klimatycznymi i ich efektami. Przygotowywanie odpowiednich strategii i instytucji, rozwój stosownych technologii oraz wspieranie



Rycina 1. Związki przyczynowe między zmianami klimatycznymi, zasobami naturalnymi, potrzebami ludzkimi i skutkami społecznymi
Na podstawie: Scheffran, 2011, s. 736.

ukierunkowanego rozwoju kapitału ludzkiego i społecznego pomagają ukierunkować gospodarkę w taki sposób, by konsekwencje zmian klimatu były dla człowieka i społeczeństw jak najłagodniejsze.

Choć Daoudy (2021) nie odnosi się bezpośrednio do koncepcji Scheffrana, to analizując jej koncepcję *Human-Environmental-Climate-Security* (HECS), nie sposób nie zauważyć sceptycyzmu odnoszącego się do roli państwa w budowaniu mechanizmów kompensacji względem konsekwencji zmian klimatu. Choć Scheffran nie wspomina „państwa" ani „władzy państwowej", zidentyfikowane przez niego zagrożenia związane z niestabilnością społeczną mogą być uregulowane tylko przez państwo (np. budowanie instytucji i strategii, wpływanie na gospodarkę). Scheffran nie odnosi się do zagrożeń, jakie zmiany klimatu mogą spowodować dla bezpieczeństwa międzynarodowego (tj. nie wychodzi na poziom analizy wyższy niż państwowy, a więc nie komentuje bezpieczeństwa międzynarodowego), ani nie wspomina o środkach zaradczych innych niż budowanie polityk, instytucji, technologii i kapitału ludzkiego, a które wszystkie wymagają inżynierii inicjowanej przez państwo. Oznacza to, że oprócz budowania kapitału społecznego – co dzieje się poza strukturami władzy państwa – środki regulacji mechanizmów przedstawionych na schemacie pozostają w rękach państwa.

Tymczasem Daoudy (2021) koncentruje się na bezpieczeństwie człowieka (*human security*), a w związku z tym na innych aktorach-regulatorach. Opisując relacje między zmianami klimatu a koniecznością zapewnienia bytu ludności, nawiązuje ona do koncepcji „właścicielstwa" (*ownership*; choć tak jej nie nazywając), wrażliwości (*vulnerability*), odporności (*resilience*) i zrównoważonego rozwoju (*sustainability*) (Daoudy, 2021). Relacje między nimi schematycznie pokazuje raport UNDP (2010, s. 20):

[wrażliwość (*vulnerability*)] = [narażenie na zagrożenia i zaburzenia klimatyczne] × × [czułość (*sensitivity*)] – [zdolności adaptacyjne].

Wrażliwość (*vulnerability*) jest elementem centralnym, definiowanym przez UNDP jako scalająca trzy zależne od siebie elementy: (1) narażenie na zmiany klimatu potęgowane przez (2) czułość danej społeczności na zmiany, amortyzowana (3) zdolnością do adaptacji do tych zmian. Zmiany klimatu są zjawiskiem obiektywnym, dotykającym całą Ziemię i wszystkich zamieszkujących na niej ludzi, choć w różnych miejscach zachodzić będą różne zmiany, a ich charakter i natężenie będą się zmieniały i różny będą miały wpływ na potrzeby człowieka i jego zdolność do adaptacji lub przeciwdziałania.

Czułość środowiska czy społeczności oparta jest na charakterystycznych dla bytowania czynników i relatywizuje obiektywne zmiany klimatyczne. Wzrost temperatury na świecie o 1 °C w niektórych miejscach będzie postrzegany jako duża zmiana, podczas gdy w innych może nawet nie być zauważony (UNDP, 2010, s. 19). Podobnie jest z opadami deszczu: „Wrażliwość środowiska fizycznego na zagrożenia ma wpływ na sposób korzystania z tego środowiska przez ludzi i ważne jest, aby pamiętać, że zmiany te nie zawsze będą negatywne. Na przykład narażenie wschodniej Republiki Południowej Afryki na zwiększone opady deszczu, gdy znaczna część obszaru jest już częściowo sucha, może prowadzić do wzrostu wydajności plonów (jeśli rozkład w ciągu całego sezonu jest korzystny dla wzrostu plonów), podczas gdy wzrost ilości opadów o podobnej wielkości na obszarze już podatnym na powodzie może powodować problemy" (UNDP, 2010, s. 19).

Zdolność adaptacyjna społeczności zależy od jej inherentnych cech: „jest skorelowana z różnymi czynnikami społecznymi, w tym z płcią, pochodzeniem etnicznym, religią, klasą i wiekiem. Łącznie te czynniki społeczne prowadzą do różnic w kapitale ludzkim (takim jak poziom wykształcenia i stan zdrowia), w kapitale finansowym (bogactwo) oraz w dostępie do sprawowania rządów i instytucji, co z kolei wpływa na zdolność przewidywania zmian, radzenia sobie z nimi i reagowania na nie" (UNDP, 2010, s. 19). Zróżnicowanie na podstawie wymienionych czynników zachodzi zarówno między wspólnotami, jak i wewnątrz nich. Przy porównywalnych presjach wspólnoty będą miały różną odporność na zmiany i zdolność adaptacyjną w zależności od tego, kto je będzie stanowił. Prawidłowością jest również, że członkowie wspólnot będą się między sobą różnili zdolnościami do dostosowania. Fakt, że podobne różnorodności istnieją, może stać się kluczowy w myśleniu o zarządzaniu efektami zmian klimatycznych – czy poprzez politykę, czy przez działania na inną skalę.

Ze względu na indywidualny charakter wrażliwości każdy model reagowania na zmiany (tzw. *feedback mechanism* albo *feedback loop*), by był skuteczny, będzie musiał być elastyczny i odpowiedni do lokalnych warunków i możliwości. Scheffran (2011) proponuje oprzeć model reagowania na zmiany na opracowywaniu strategii, budowaniu instytucji, modelowaniu gospodarki i rozwijaniu technologii. UNDP (2010) czyni nie z państwa, a z władz regionalnych główny ośrodek reakcji na efekty zmian klimatu.

Naukowcy zajmujący się badaniem wpływu zmian klimatu na sytuację polityczną na świecie podkreślają, że zmiany klimatyczne i ich efekty są na wielu płaszczyznach współzależne i jednocześnie różnią się wyzwania

stojące przed wspólnotami (np. Bailes, 2003; Michalak i Szyja, 2023). Konsekwencją tych obserwacji jest brak możliwości kompleksowego uregulowania procesu wszechobecnych zmian. Zbyt wiele z nich jest ze sobą połączonych i zachodzi jednocześnie. Nie ma także jednego podmiotu dysponującego instrumentami pozwalającymi na kompleksowe uregulowanie czy ukierunkowanie zmian – na pewno będzie to między innymi państwo, o którego zadaniach wspomina Scheffran (2011), na pewno także władze regionalne (za: UNDP, 2010), ale efektywny system będzie musiał uwzględniać również możliwości wspólnot i społeczności lokalnych oraz działanie organizacji międzynarodowych.

5. „Mnożnik zagrożeń" a sekurytyzacja

Choć nie jest to punktem centralnym rozważań Scheffrana, jego badania pozwalają zilustrować działanie „mnożnika zagrożeń". Zmiany klimatu wpływają na środowisko naturalne, a zmiany środowiska naturalnego powodują konieczność adaptacji człowieka i społeczeństw. Scheffran pisze: „na przykład pustynnienie spowodowane zmianami klimatycznymi może zagrozić bezpieczeństwu żywnościowemu i zmusić ludzi do migracji lub podejmowania aktów przemocy" (Scheffran, 2011, s. 737). Jego listy zmian, efektów, potrzeb człowieka i możliwych reakcji społeczeństw na presję wydają się być niemalże kompletne, a z interpretacji ryciny 1 można wnioskować, że rozwój poszczególnych mechanizmów wydarzeń zależeć będzie w równym stopniu od zjawisk naturalnych, co zdolności adaptacyjnych i umiejętności radzenia sobie społeczeństw i ich członków ze zmianami.

Läderach i współpracownicy (2023) podkreślają, że spowodowane zmianami klimatu ograniczenie zasobów naturalnych, dostępu do żywności, możliwości zarobkowania i migracje przyczyniają się do narastania konfliktów, z których część może mieć postać zbrojną. Do listy wtórnych efektów zmian klimatycznych John Podesta i Peter Ogden (2007) dodają wybuch pandemii i narastającą rywalizację o ograniczone zasoby naturalne, a Corinne Lamain (2022) zauważa także zagrożenie dla stabilności systemu międzynarodowego i instytucji państwa.

W ten sposób – łącząc możliwe wtórne efekty zmian klimatycznych i środowiskowych w łańcuchy możliwych skutków – dochodzimy do sekurytyzacji. Scheffran (2011) identyfikuje zmiany klimatu, efekty dla środowiska, potrzeby ludzkie i nastroje społeczne, które są powodowane koniecznością

lub brakiem możliwości czy umiejętności adaptacji [cytowany raport UNDP (2010) opisuje te procesy przez prymat wrażliwości, odporności i adaptacji], Läderach i współpracownicy (2023) wyrażają obawy, że społeczeństwa wrażliwe, które nie są w stanie się adaptować do zmian, zareagują agresją, która przerodzi się w konflikt zbrojny, zagrażając zarówno porządkowi społecznemu, jak i być może strukturom władzy państwowej, a w przypadku konfliktów międzynarodowych – także międzynarodowemu porządkowi. Daoudy (2021) wyraża obawę, że zjawiska naturalne zostają postrzegane jako początek kompleksowych i często całkowicie potencjalnych procesów, a przez to widziane są jako zagrożenie, zanim się nim staną. Tym samym zjawiska przyrodnicze, których interpretacja uzasadniona jest na poziomie bezpieczeństwa ekologicznego i ewentualnie *human security* (w przypadku gdy badamy konsekwencje dla człowieka), automatycznie przenoszone są do innego wymiaru – bezpieczeństwa państwowego, a nawet międzynarodowego. Choć jest to uzasadnione z punktu widzenia decydentów państwowych, których rolą jest zapewnienie dobrostanu obywatelom i podejmowanie odpowiednich działań w odpowiednim czasie, zasadniczo sekurytyzacja jest szkodliwa. Daoudy pisze: „chociaż terminowi «mnożnik zagrożeń» brakuje rygoru i precyzji, w dużej mierze przekłada się on na sposób, w jaki media i politycy sekurytyzują zagrożenia klimatyczne. Sztucznie oddziela się zagrożenia klimatyczne od złożonych procesów politycznych" (Daoudy, 2021, s. 5–6). Autorka weryfikuje hipotezę, że zmiany klimatyczne potęgują nasilenie konfliktów zbrojnych. Jej analiza sytuacji w Syrii opiera się na łańcuchu przyczynowo-skutkowym zapoczątkowanym zmianami klimatycznymi: zmiany klimatyczne spowodowały w Syrii w latach 2006–2010 suszę, która ograniczyła możliwości produkcji żywności, co z kolei doprowadziło do ubóstwa i niezadowolenia społecznego, które w konsekwencji przerodziło się w zamieszki (Daoudy, 2021, s. 12). Porównując suszę z okresu 2006–2010 do poprzedniej – z lat 1998–2001 – autorka dowodzi, że wcześniejsza susza spowodowała znacznie trudniejsze warunki środowiskowe i bardziej obniżyła produkcję rolną, a mimo to nie doprowadziła do zamieszek. Autorka podsumowuje obserwacje następująco: „większy wpływ drugiej suszy (tj. 2006–2010) na brak bezpieczeństwa żywnościowego i wodnego należy zatem prześledzić w zależności od czynników politycznych i gospodarczych" (Daoudy, 2012, s. 12).

Dalej autorka przytacza badania Alexandra De Juana (2015) dotyczące konfliktu w Darfurze w 2003 r. W wyniku ograniczenia opadów znaczny obszar Darfuru ulegał postępującemu pustynnieniu, co wymusiło

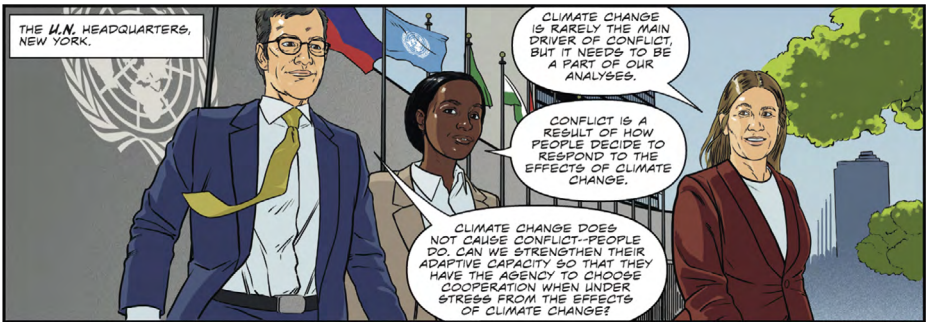
na nomadycznych ludach pasterskich przesunięcie się (migrację) znacznie na południe. To z kolei spowodowało konflikty z mieszkającymi na tym obszarze i prowadzącymi osiadły tryb życia rolnikami (Sova, 2017, za: Daoudy, 2021). De Juan weryfikował hipotezę mówiącą o tym, że zmiany środowiskowe wywołały migrację, migracja doprowadziła do zmian demograficznych i konkurencji o zasoby, a obydwa ostatnie czynniki doprowadziły do konfliktu zbrojnego (De Juan, 2015, s. 23). Podobnie jak w przypadku Syrii, do obalenia tej hipotezy dotyczącej Sudanu przyczynia się analiza wcześniejszych fal suszy, migracji i wybuchu zamieszek, które – gdyby łańcuch przyczynowo-skutkowy analizowany przez De Juana był tak prosty – powinny przynieść brutalniejsze skutki niż zamieszki 2003 r. Daoudy (2021, s. 13) podsumowuje studia Sudanu, pisząc, że choć jest oczywiste, że zmiany klimatu spowodowały degradację środowiska i przyczyniły się do zwiększenia ofiar śmiertelnych podczas konfliktu, budowanie bezpośredniego związku między suszą a konfliktem nie jest uprawnione.

Trzecim z badanych przez autorkę przypadków są wyjątkowo narażone na niszczące środowisko efekty zmian klimatycznych Maroka. Podobnie jak w przypadku Sudanu i Syrii, w Maroku w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat występowały liczne susze powodujące ograniczenie możliwości produkcji żywności, a przez to zagrożenie bezpieczeństwa żywnościowego społeczeństwa. Janpeter Schilling i współpracownicy (2012, s. 13, za: Daoudy 2021, s. 13) oceniają, że: „Maroko jest wymieniane jako kraj najbardziej podatny na zmiany klimatu w Afryce Północnej, biorąc pod uwagę jego silne uzależnienie od rolnictwa", a mimo to sytuacja polityczna i społeczna jest stabilna. Daoudy (2021, s. 13) ocenia, że: „mimo tej niepewności klimatycznej pragmatyzm w marokańskiej ideologii politycznej rozwiązał problem podatności na zagrożenia środowiskowe i je złagodził", łącząc tym samym analizowany schemat cyklu zmian z elementem politycznego decydowania.

Opierając się na studiach tych trzech przypadków, Daoudy (2021) podaje w wątpliwość zasadność budowania łańcuchów przyczynowo-skutkowych rozpoczynających się w zmianach klimatu i prowadzących do sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa państwa czy nawet ładu międzynarodowego. Uważa je za zbyt redukcyjne jako pozbawione kontekstu politycznego i szerszego gospodarczego. Faktycznie, w przykładach przytoczonych przez Daoudy zostały pominięte nie tylko elementy procesu decyzyjnego, ale i wewnętrzne mechanizmy rozwoju konfliktu (np. spirala konfliktu oparta na *security gap*, czyli braku poczucia bezpieczeństwa przez grupy), które raz uruchomione prowadzą tylko ku eskalacji (np. Kaufman, 1996). Roz-

wój spirali konfliktu i innych mechanizmów napędzających eskalację prawie zawsze stymulowany jest politycznie, choć może mieć początek w poczuciu zagrożenia przez wspólnoty (Kaufman, 1996).

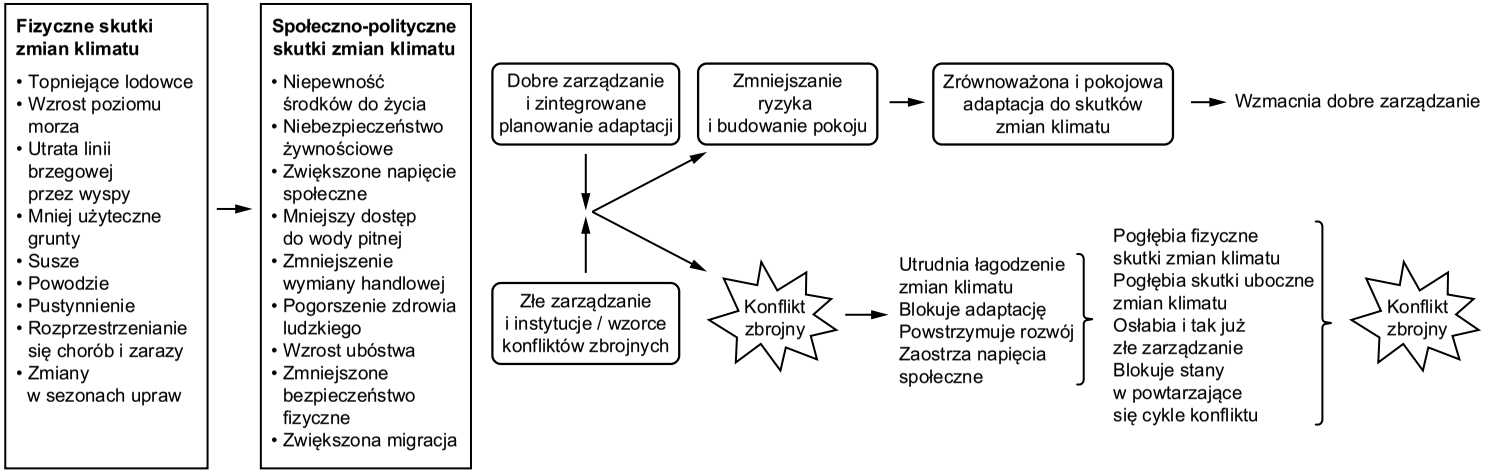
Podobnego zdania – że zmiany klimatyczne niekoniecznie powodują konflikty zbrojne – są także naukowcy ze Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) (de Coning i Tarif, 2024). Zgadzając się z wszystkimi cytowanymi autorami, stwierdzają, że zmiany klimatyczne są problemem i mogą powodować różne zagrożenia, jednak czy zagrożenia te przerodzą się w konflikt zbrojny, czy nie, zależy od reakcji ludzi i społeczności. Swoje obserwacje prezentują w formie graficznej, popularyzującej wiedzę (ryc. 2).



Rycina 2. Stockholm International Peace Research Institute: *How Does Climate Change Affect Peace and Security?*
Źródło: de Coning i Tarif, 2024, s. 4.

„Zmiany klimatyczne rzadko są główną przyczyną konfliktów", „konflikt jest wynikiem tego, jak ludzie decydują się reagować na skutki zmian klimatycznych", „zmiany klimatyczne nie powodują konfliktów – ludzie to robią". Chociaż autorzy nie wskazują zdecydowanie na czynnik polityczny między zaistnieniem zmian klimatu a wybuchem konfliktu, zgadzają się ze Stuartem J. Kaufmanem (1996), że ludzie, społeczności i społeczeństwa są filtrem w procesie formowania reakcji na presję taką jak efekty zmian klimatu. Autorzy rekomendują wsparcie wspólnot w budowaniu zdolności adaptacyjnych, co w ich intencji spowoduje, że wspólnoty i ludzie nadal będą skłonni wybrać postawę współpracy ponad konfrontację (de Coning i Tarif, 2024).

Dan Smith i Janani Vivekananda (2007) są zdania, że konflikt związany ze zmianami klimatu i środowiska sam w sobie jeszcze nie jest szkodliwy i jednocześnie jest trudny do uniknięcia. Łącząc elementy schematu Scheffrana (2011) z obserwacją Daoudy (2021) o zaangażowaniu czynnika



Rycina 3. Wpływ zmian klimatu: dwie możliwe drogi naprzód
Źródło: Smith i Vivekananda, 2007, s. 10.

politycznego w zarządzanie łańcuchem zależności od zmian klimatu do zbrojnych wystąpień społeczeństwa, Smith i Vivekananda wprowadzają koncepcję „konsekwencji konsekwencji" dla określenia ostatecznych efektów zaistnienia łańcucha zmian. Wychodząc od zmian klimatu i środowiskowych, proponują podobne wyjaśnienia do tych, do których dochodzi także Scheffran, ale różnią się od niego w ocenie wyników zaistnienia łańcucha zależności, ponieważ – podobnie jak Daoudy – uważają, że czynnik polityczny ma kluczowe znaczenie w determinowaniu, czy ostatecznie dojdzie do zbrojnych zamieszek, czy nie (Smith i Vivekananda, 2007, s. 10). Autorzy ilustrują swoje rozważania w sposób następujący (ryc. 3): Fizyczne skutki zmian klimatu przechodzą w skutki społeczno-polityczne, takie jak: brak bezpieczeństwa żywnościowego, niepewność środków do życia, ograniczony dostęp do wody pitnej, zwiększone napięcia społeczne, pogorszenie zdrowia, ograniczenie wymiany handlowej, wzrost ubóstwa, ograniczenie bezpieczeństwa fizycznego człowieka, a w końcu migracje. Do tego momentu lista opcji i potencjalne scenariusze pokrywają się z tymi przedstawionymi na wcześniejszym schemacie przez Scheffrana (2011), jednak tutaj Smith i Vivekananda (2007) wprowadzają dywersyfikację dalszych scenariuszy, pokazując, że to, czy sytuacja będzie dalej eskalowała w kierunku konfliktu zbrojnego, czy też da się ją opanować, zależy od jakości rządów w państwie, a więc od czynnika politycznego. Daoudy (2021) pokazuje to jasno na przykładzie Maroka, w którym dobre rządzenie pozwoliło zamortyzować szkodliwe efekty zmian klimatycznych tak, by adaptacja społeczna była lepsza, a proces dostosowań płynniejszy i bardziej pokojowy niż np. w Syrii czy Sudanie. Ciąg myślowy pokazany przez Smitha i Vivekanandę (2007) dowodzi, że nie jest zasadne budowanie łańcuchów zdarzeń ani projekcja wydarzeń od zmian klimatycznych do zagrożenia dla bezpieczeństwa państwa lub ładu międzynarodowego (np. gdy konflikt zbrojny jest ponadgraniczny) bez uwzględnienia czynnika politycznego. Paradoksalnie dowodzi to szkodliwej roli sekurytyzacji w budowaniu bezpieczeństwa.

6. Sekurytyzacja jako zagrożenie dla bezpieczeństwa

Krytyka sekurytyzacji odnosi się do czterech głównych wymiarów:

1. Sekurytyzacja powoduje, że bezpieczeństwo człowieka przestaje być na pierwszym planie, ponieważ efekty zmian klimatu traktowane

są jako sprawa bezpieczeństwa narodowego (np. McDonald, 2013; Bremberg, Mobjörk i Krampe, 2022; Vogler, 2023).
2. Pierwszoplanowym (a często jedynym) aktorem zajmującym się reagowaniem na zagrożenia staje się państwo (np. McDonald, 2013; Bremberg, Mobjörk i Krampe, 2022; Vogler, 2023).
3. Jako zagrożenie dla bezpieczeństwa narodowego, którego zapewnienie jest obowiązkiem państwa, kwestia zmian klimatycznych i środowiskowych często jest militaryzowana, co oznacza zaangażowanie sił zbrojnych w próbę rozwiązania problemów, do których rozwiązywania nie są adekwatne (np. McDonald, 2013; Bremberg, Sonnsjö i Mobjörk, 2019).
4. W wyniku zsekurytyzowanego, często uproszczonego postrzegania zmian klimatu i środowiska ignoruje się faktyczne przyczyny problemów, koncentrując się na przygotowaniu rozwiązań dla nich, mimo że pozostawia się je nie do końca zbadane (np. Smith i Vivekananda, 2007; Daoudy, 2021; Vogler, 2023).

Z przytoczonych punktów wynika, że zjawisko sekurytyzacji samo w sobie jest mnożnikiem zagrożeń – problematycznym, bo trudnym do przewidzenia. Polityka opiera się na żelaznej, choć często nieoczywistej racjonalności, konflikcie interesów i grze sił stojących za nimi. Wszystkie te czynniki relatywizują zachowania polityczne decydentów, przez co nie sposób ująć je odpowiednio na schemacie takim, jak pokazali Smith i Vivekananda (2007, s. 10) czy Scheffran (2011, s. 736).

7. Priorytetyzacja zagrożeń

Skoro sekurytyzacja – z jednej strony uzasadniona, z drugiej zaburzająca obraz faktycznych zajść – daje legitymizację do działania podmiotom politycznym środkami im dostępnymi, które przez ekspertów oceniane są jako często nieadekwatne (np. Smith i Vivekananda, 2007; McDonald, 2013; Bremberg i in., 2019; Doudy, 2021; Vogler, 2023), pozostają dwa pytania:

1. Kto ma zaradzić problemom związanym ze zmianami klimatu?
2. Które problemy należy rozwiązać w pierwszej kolejności?

W 2003 r. autorzy *SIPRI Yearbook* (SIPRI, 2003) identyfikowali problemy i zagrożenia podobne do tych, które wskazuje się i dziś. Alyson J.K. Bailes

(2003) wymienia wśród nich: konsekwencje degradacji środowiska naturalnego i zmian klimatycznych, katastrofy naturalne, niedobór żywności i ropy naftowej oraz ich wpływ na populację ludzką i zwierząt. Wśród licznych zagrożeń, które wymienia Bailes i inni autorzy raportu rocznego SIPRI, nie sposób znaleźć tego, którym należałoby się zająć w pierwszej kolejności. Zarówno Bailes (2003), jak i np. Dorota Michalak i Paulina Szyja (2023) podkreślają, że zagrożenia i czynniki je powodujące są ze sobą powiązane i mają wielowymiarowe konsekwencje. Stąd trudno – jeśli w ogóle jest to możliwe – utworzyć hierarchię zagrożeń i dociec początku koniecznej interwencji. O ile można przedstawić łańcuch przyczynowo-skutkowy łączący zmiany klimatu z konfliktami zbrojnymi i zagrożeniem dla bezpieczeństwa narodowego i międzynarodowego (poprzez ekologiczne, i to odnoszące się do człowieka), o tyle wydaje się niemożliwe odwrócenie logiki łańcucha i wskazanie początku problemu wraz ze sposobami jego rozwiązania. Prawdopodobnie dzieje się tak przez sekurytyzację i upolitycznienie kwestii zmian klimatu, a w konsekwencji – przez włączenie nieprzewidywalnego czynnika politycznego decydowania do schematu zależności. To ten etap powiązań nie da się ująć w jednoznaczne ramy.

Anselm Vogler (2023, s. 6) jest zdania, że większość rekomendacji dotyczących działania instytucji względem zmian klimatu pomija kwestię identyfikacji antropogenicznych czynników tych zmian. W takim przypadku trudno o obiektywizm analiz, a więc o identyfikację faktycznego procesu redukującego efekty zmian klimatycznych dla bezpieczeństwa. Vogler pisze, że uwzględnienie czynników antropogenicznych w analizie możliwości nie jest korzystne politycznie: „wojsko ze swoim ciężkim sprzętem jest uzależnione od paliw kopalnych. Dlatego, choć od dawna zaniepokojony zmianami klimatycznymi, Pentagon długo opierał się ograniczeniom emisji. Co najwyżej od czasu do czasu pojawiały się doniesienia, że amerykańskie wojsko staje się «bardziej ekologiczne» lub «szczuplejsze» oraz odniesienia do antropogenicznych emisji w wywiadach z pracownikami Pentagonu. Chociaż nie było to wcześniej analizowane, rozszerzone odniesienia do antropogenicznych przyczyn zmian klimatycznych wydają się niezgodne z interesami ministerstw obrony" (Vogler, 2023, s. 6). Tym samym – choć nie jest to kluczowe dla jego rozważań – Vogler dowodzi zgubnych skutków sekurytyzacji zmian klimatycznych: poprzez upolitycznienie faktów na marginesy spychane są elementy (tutaj kwestia emisji gazów przez wojsko), które mają wpływ na procesy zmian klimatycznych. Sekurytyzacja i upolitycznienie zakłócają badania naukowe i analizy. Ich obiektywizacja i udostępnienie

danych powinny w takim razie być jednym z priorytetowych zadań dla władz państwowych.

Lamain (2022) także nie jest dobrego zdania o władzach państwowych, pisząc, że formułowanie zagrożeń wynikających ze zmian klimatu i oddziaływanie na nie mogą stanowić ośrodek zainteresowania polityków lub nie, w zależności od potrzeby. Autorka pisze, że w przypadku zaistnienia takiej potrzeby: „można przyjąć strategie, które ustanawiają lub potwierdzają kapitał polityczny i pożądane wybory polityczne. Odnotowano, że ujęcie zmian klimatycznych jako kwestii bezpieczeństwa ma taki wpływ, wspierając jednocześnie odgórne, technokratyczne kształtowanie polityki" (Lamain, 2022, s. 1262). W takim przypadku decydenci tracą z pola widzenia faktyczne problemy, ewentualne zagrożenia i sytuację społeczności lokalnych, a decyzje podejmują, opierając się na chwilowej racjonalności politycznej. W świetle argumentów przytaczanych przez Voglera (2023) i Lamain (2022), jednym z kluczowych elementów procesu naprawy środowiska i jednocześnie podniesienia poziomu bezpieczeństwa jest zredefiniowanie roli państwa.

Niklas Bremberg, Malin Mobjörk i Florian Krampe (2022) przenoszą koncentrację na poziom ponadpaństwowy, pokazując, jak działanie władz państwowych i lokalnych wspiera porządek międzynarodowy: „im lepiej państwa i społeczności lokalne radzą sobie ze skutkami zmian klimatu i łagodzą je, tym większe są szanse na złagodzenie niekorzystnych skutków dla bezpieczeństwa ludzkiego i stabilności społecznej, a nie «rozprzestrzenianie się» ponad granicami państw. Współpraca między państwami ma kluczowe znaczenie dla zwiększenia globalnych i regionalnych zdolności do odpowiedniego reagowania na zagrożenia dla bezpieczeństwa związane z klimatem, jak również na inne problemy transnarodowe" (Bremberg, Mobjörk i Krampe, 2022, s. 342). Autorzy podkreślają także zasadność zbadania roli wielostronnych banków rozwoju, takich jak: Bank Światowy, Afrykański Bank Rozwoju, Azjatycki Bank Rozwoju i Europejski Bank Inwestycyjny, w kształtowaniu globalnych i regionalnych reakcji na zagrożenia dla bezpieczeństwa związane z klimatem. Wyrażają obawy, że działanie światowych banków związane z zapobieganiem efektom zmian klimatu może mieć negatywny skutek dla społeczności lokalnych, które zamiast budować odporność uzależniają się od pomocy banków (Bremberg, Mobjörk i Krampe, 2022, s. 351).

W rekomendacjach przytaczanych autorów trudno odnaleźć jednoznaczny kierunkowskaz dla zmian – kto i na co powinien oddziaływać

najpierw. Wydaje się, że ten nurt studiów nad bezpieczeństwem klimatycznym, który koncentruje się na bezpieczeństwie człowieka, dostarcza najbardziej konkretnych wytycznych. Podpierając się ekspertyzą Mahbuba ul Haqa (1995) i Amartya Sen (2000), Daoudy wskazuje, że najpilniejsze zawsze pozostaje zapewnienie ludziom dostępu do wody i żywności, które są konieczne do podtrzymania życia (Doudy, 2021, s. 8). Podesta i Ogden (2007) są jednak zdania, że zagrożenia są i pozostaną zdywersyfikowane, i pokazują największe problemy wybranych regionów. Dla Unii Europejskiej największym problemem będą migracje spowodowane spadkiem produkcji żywności, ograniczeniem dostępu do świeżej wody i spowodowanym nimi natężeniem konfliktów w Afryce i Południowej Azji (Podesta i Ogden, 2007, s. 120). Autorzy łączą zmiany środowiskowe w Afryce i Azji z procesami społecznymi w Europie: „rezultatem jest prawdopodobny wzrost liczby muzułmańskich imigrantów przybywających do Unii Europejskiej, co może zaostrzyć istniejące napięcia i zwiększyć prawdopodobieństwo radykalizacji wśród członków rosnących i często słabo zasymilowanych społeczności islamskich w Europie" (Podesta i Ogden, 2007, s. 120), co wystawi na próbę spójność polityczną i społeczną Unii Europejskiej. W obszernej części Afryki i na Bliskim Wschodzie największym problemem będzie brak wody i – w konsekwencji – spory o nią (Podesta i Ogden, 2007, s. 121). Dla wszystkich problemem będzie rozprzestrzenianie się chorób: „sposób, w jaki kraje reagują lub nie reagują na wyzwania zdrowotne będzie miał znaczący wpływ na sytuację geopolityczną. Choroby przenoszone przez wodę i wektory, takie jak malaria i denga, będą najbardziej rozpowszechnione w krajach, w których występują znaczne dodatkowe opady deszczu spowodowane zmianami klimatycznymi. Z drugiej strony, wiele chorób przenoszonych przez powietrze będzie rozwijać się na obszarach, które stają się bardziej suche z powodu suszy i wyższych temperatur, jak na przykład w niektórych częściach Brazylii" (Podesta i Ogden, 2007, s. 123). Podobnie wszyscy na świecie cierpieć będą w wyniku ogromnej produkcji dokonywanej w Chinach, przy jednoczesnym uzależnieniu chińskiej gospodarki od węgla: „o ile wzorce zużycia energii nie ulegną zmianie, chińska emisja dwutlenku węgla wzmocni lub przyspieszy kilka istniejących krajowych wyzwań środowiskowych, od pustynnienia po niedobory wody i pogorszenie jakości powietrza na obszarach miejskich, i stanie się głównym motorem globalnych zmian klimatycznych" (Podesta i Ogden, 2007, s. 126).

Läderach i współpracownicy (2023), sugerując, na jakich problemach należy w pierwszej kolejności skoncentrować uwagę, piszą o rozwiązaniach

systemowych: „prawdziwa transformacja w kierunku odporności i zrównoważonych systemów lądowych, wodnych i żywnościowych, które ograniczą potrzebę interwencji humanitarnych, jest kluczowym wyzwaniem nadchodzącej dekady. Klimat w coraz większym stopniu staje się katalizatorem wielu niepewności społeczno-gospodarczych, które mogą powodować skargi i konflikty. Systemy wczesnego ostrzegania i wczesne działania mogą znacznie złagodzić skutki zmian klimatu i pomóc organizacjom humanitarnym i rządom w zapobieganiu rozprzestrzeniania się konfliktów wywołanych przez klimat" (Läderach i in., 2023, s. 72). Chociaż ich wypowiedź – podobnie jak wszystkie przytaczane wyżej – jednoznacznie nie odpowiada na postawione pytania o to, kto powinien reagować i na jakie zagrożenia w pierwszej kolejności, z ich wypowiedzi płyną dwie wskazówki:

1) należy budować zrównoważone systemy lądowe, wodne i żywnościowe;
2) międzynarodowe organizacje i rządy (odpowiedzialne za zapobieganie rozprzestrzenianiu się konfliktów) powinny być wsparte systemami wczesnego ostrzegania.

Z tych dwóch punktów wynika, że rządy państw (które już zostały wspomniane w tym tekście przy okazji omawiania zjawiska sekurytyzacji i polityzacji) powinny być uzupełnione o działania instytucji międzynarodowych i taką organizację społecznych ekosystemów, która zapewni zrównoważony rozwój. Rozważenie koncepcji globalnego zarządzania (*global governance*) i zrównoważonego rozwoju jest więc kluczowe dla udzielenia odpowiedzi na pytanie o kierunki działania i aktorów w nie zaangażowanych.

8. *Global governance* a zmiany klimatu

Z wypowiedzi cytowanych autorów wynika, jak niewiele wiadomo nie tylko o procesach adaptacji do zmian klimatu, o mechanizmach łączących pierwotne efekty tych zmian z tymi, które powstaną w efekcie zaistnienia „mnożnika", o roli państw i organizacji międzynarodowych, lecz także o samych zmianach. Z kilku faktów, które są znane, warto przytoczyć te, że znaczna część zmian klimatu ma podłoże antropogeniczne, że zanieczyszczenia wpływające na zmiany klimatu produkowane są na świecie

nierówno i że głównym powodem powolnego tempa modyfikacji tych procesów, o których wiemy, że są środowiskowo szkodliwe, jest chęć zysku, za którym stoi organizacja gospodarki i społeczeństw (poprzez sposób produkcji). Analizując statystyki dotyczące degradacji środowiska, widać jasno, że działalność człowieka, ale w jeszcze większym stopniu transnarodowych przedsiębiorstw i państw, przyczynia się do zmian klimatu. Wiadomo też – było to pokazane na schematach w tym tekście – że zamiany uruchamiają łańcuch zależności, które w konsekwencji przynoszą albo konieczność adaptacji przez społeczności, albo przemoc, która destabilizuje bezpieczeństwo społeczeństw, państw, a nawet wspólnoty międzynarodowej. W kontekście tych elementów wydaje się całkowicie zasadne postulowanie, by organy odpowiedzialne za zarządzanie sprawami politycznymi i gospodarczymi na świecie podjęły wysiłek w celu uregulowania procesów i zachowania tych podmiotów, które przynoszą globalnej społeczności największą szkodę. *Global governance* – globalne zarządzanie – dzieje się, choć sam *brand* jest znacznie na wyrost: nie ma światowej władzy regulującej relacje polityczne i gospodarcze, za to są międzynarodowe instytucje, które w sposób coraz bardziej skoordynowany starają się oddziaływać na coraz szerszy fragment tej rzeczywistości, która jest codziennością dla szerokich światowych mas. Większość z nich jednak to podmioty międzyrządowe, a nie ponadrządowe, co oznacza, że ich działanie zależne jest od woli politycznej państw.

Thomas Hickmann (2017) wskazuje, że mimo podejmowania wysiłków zmierzających do narzucenia państwom podwyższonego ekologicznego standardu działania (takich jak te zawarte w Porozumieniu paryskim z 2015 r.) implementacja rygorystycznych norm jest trudna, a liczba obszarów, w których należy wprowadzić zmiany, jest rozległa. Autor zauważa, że: „rządy krajowe stoją obecnie przed zadaniem przyjęcia szczegółowych zasad i procedur dotyczących szeregu kluczowych kwestii, w tym między innymi transferu technologii, budowania potencjału i przejrzystości, a także finansowania" (Hickmann, 2017, s. 431). Wobec indolencji systemu międzynarodowego, ale także dlatego, że zmiany klimatyczne rodzą różne efekty w poszczególnych częściach świata, oraz z powodu względnej łatwości osiągania konsensusów w mniejszym gronie decydentów: „w ciągu ostatnich kilku lat pojawiło się wiele ponadnarodowych inicjatyw klimatycznych. Wybitnymi przykładami są sieci rządów szczebla niższego niż krajowy, które opracowują najlepsze praktyki w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatycznym na szczeblu lokalnym lub regionalnym, pry-

watne systemy certyfikacji mające na celu ocenę projektów związanych ze zmianami klimatycznymi oraz wysiłki samoregulacyjne podejmowane przez prywatne przedsiębiorstwa w celu śledzenia i raportowania swojego śladu węglowego" (Hickmann, 2017, s. 431).

Celem Hickmanna (2017) jest znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak obecnie realizowana jest władza w zarządzaniu kontroddziaływaniem na zmiany klimatu. Uważa, że w celu udzielenia odpowiedzi trzeba prześledzić dwa nurty badań nad światowymi procesami regulacji dotyczących zmian klimatu: „«multilateraliści» nadal koncentrują swoje badania na międzynarodowych negocjacjach klimatycznych, podczas gdy «transnarodowcy» czasami ignorują poziom międzyrządowy i postrzegają różne inicjatywy klimatyczne opracowane przez podmioty lokalne, niekomercyjne lub biznesowe jako alternatywne rozwiązania w stosunku do instrumentów ustanowionych przez rządy krajowe w międzynarodowych negocjacjach klimatycznych" (Hickmann, 2017, s. 431). Hickmann dochodzi do przekonania, że pozarządowe inicjatywy, na których koncentrują się „transnarodowcy", są komplementarne w stosunku do porozumień międzynarodowych (multilateralnych) i wyznaczania standardów przez instytucje łączące państwa. Ostatecznie nie ma systemu przeciwdziałania efektom zmian klimatu, a liderowanie jest płynne i przechodzi raz na stronę multilateralnych standardów przyjmowanych przez państwa, innym razem na stronę funkcjonalnie działających podmiotów pozapaństwowych lub państw działających w mniejszych grupach niż światowe fora (Hickmann, 2017, s. 432). Ta płynność w zmianie czempiona jest charakterystyczna na obecnym etapie rozwoju prac zmierzających do karbowania zmian klimatu i ich efektów, a działania wszystkich podmiotów zachodzą w ramach międzynarodowych norm i standardów: „obserwujemy trwającą rekonfigurację władzy w różnych podmiotach i na wielu szczeblach decyzyjnych, co najwyraźniej potwierdza centralne znaczenie procesu UNFCCC [inicjatywa United Nations Climate Change, w ramach której powstają światowe normy – przyp. A.D.]. Oznacza to, że rosnące zaangażowanie podmiotów subpaństwowych i niepaństwowych w globalną reakcję na zmiany klimatyczne niekoniecznie prowadzi do utraty władzy państwowej […]. Z drugiej strony, artykuł ten sugeruje, że wzrost ponadnarodowych uzgodnień dotyczących zarządzania klimatem wzmacnia autorytet państwowych form regulacji" (Hickmann, 2017, s. 445).

W przeglądzie roli obecnych podmiotów wpływających na kształt procesu zwalczania efektów zmian klimatu Podesta i Ogden (2007) komentują

rolę ONZ: „w wyniku zmian klimatycznych różne państwa i inne podmioty będą coraz częściej apelować do ONZ i innych organizacji międzynarodowych o pomoc w organizacji przepływu uchodźców, dystrybucji pomocy żywnościowej, pomocy w przypadku klęsk żywiołowych i innych sytuacji kryzysowych" (Podesta i Ogden, 2007, s. 130). Autorzy wskazują, że ONZ będzie centralną agencją nawigującą wdrażanie Protokołu z Kioto i motorem napędowym do tworzenia kolejnych podobnych regulacji. Autorzy dopuszczają także myśl o konieczności rozbudowy struktur wewnętrznych ONZ o Radę Bezpieczeństwa Klimatycznego (Podesta i Ogden, 2007, s. 130). Podesta i Ogden (2007, s. 131–132) podkreślają rolę Unii Europejskiej jako lidera działań na rzecz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i przewidują, że chociaż w przypadku wielu kryzysów organizacją odpowiednią do reagowania będzie ONZ, to natychmiastowa operacja – np. w przypadku klęski żywiołowej albo kryzysu humanitarnego – będzie podejmowana przez USA.

Zarządzanie zmianami klimatu i oddziaływanie na ich efekty na poziomie międzynarodowym komentują także Dellmuth i współpracownicy (2017): „ponieważ wyzwania związane z bezpieczeństwem klimatycznym mają zazwyczaj charakter ponadnarodowy, państwa w coraz większym stopniu polegają na organizacjach międzyrządowych (IGO), takich jak Unia Europejska (UE), Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego (NATO) i Rada Bezpieczeństwa Organizacji Narodów Zjednoczonych (RB ONZ): formalnych, wielostronnych i zbiurokratyzowanych, ustanowionych w celu wspierania dalszej współpracy między państwami w zakresie rozwiązań politycznych" (Dellmuth i in., 2017, s. 2). Zauważając zależności państw od działania organizacji międzynarodowych, autorzy sceptycznie odnoszą się do zdolności tych organizacji do faktycznego regulowania pojawiających się problemów: „jedno z nielicznych badań systematycznie porównujących RB ONZ, UE i NATO sugeruje, że przez upolitycznienie kwestii zmian klimatycznych i słabe zasoby RB ONZ «coraz trudniej jest zmobilizować koalicje, które są potrzebne do międzynarodowych interwencji w celu wsparcia tych państw i regionów, które są najbardziej narażone na fizyczne skutki zmian klimatycznych»" (Dellmuth i in., 2017, s. 6; Depledge i Feakin, 2012, s. 82 za: Dellmuth i in., 2017, s. 6). Wbijając gwóźdź do trumny organizacji międzynarodowych, autorzy stwierdzają: „ze względu na brak szerokiego międzynarodowego porozumienia w sprawie wpływu zmian klimatu na bezpieczeństwo międzynarodowe jest mało prawdopodobne, aby RB ONZ opracowała bardziej ambitne i skuteczne rozwiązania

w zakresie sprawowania rządów" (Dellmuth i in., 2017, s. 6). Chociaż Dellmuth i współpracownicy nie przedstawiają żadnego planu naprawczego dla systemu międzynarodowego czy *global governance*, to inni autorzy – np. Läderach i współpracownicy (2023) – wskazują jeden z pożądanych kierunków rozwoju organizacji międzynarodowych.

Läderach i współpracownicy (2023), którzy patrzą na zmiany klimatyczne z perspektywy zapobiegania konfliktom zbrojnym, są zdania, że reakcja organizacji międzynarodowych powinna iść w kierunku wsparcia wspólnot lokalnych w budowaniu zdolności adaptacyjnych. Uważają, że odpowiednie przygotowanie i działania prewencyjne powinny pomóc w unikaniu sytuacji, w których konieczne są interwencje humanitarne: „prawdziwie transformacyjne przejście w kierunku odporności i zrównoważonych systemów lądowych, wodnych i żywnościowych, które ograniczą potrzebę interwencji humanitarnych, jest kluczowym wyzwaniem nadchodzącej dekady. […] Systemy wczesnego ostrzegania i wczesne działania mogą znacznie złagodzić skutki zmian klimatu i pomóc organizacjom humanitarnym i rządom w zapobieganiu rozprzestrzeniania się konfliktów wywołanych przez klimat" (Läderach i in., 2023, s. 72). W ten sposób autorzy stają się adwokatami koncepcji zrównoważonego rozwoju dążącego do zbudowania odporności społeczności lokalnych, której aplikacja wsparta systemami wczesnego ostrzegania dla państw i organizacji międzynarodowych powinna dać najlepszy system zarządzania sytuacją permanentnych zmian klimatycznych o nie do końca przewidywalnych i szerokich w spektrum skutkach.

9. Zrównoważony rozwój

Ogólnie ujmując, zrównoważony rozwój jest koncepcją odnoszącą się do znalezienia sposobu na zaspokojenie potrzeb obecnych pokoleń bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zaspokojenia ich własnych potrzeb. W 1987 r. obradująca pod auspicjami ONZ Komisja Brundtland (Światowa Komisja ds. Środowiska i Rozwoju) zgodna była co do tego, że trudno o ostateczną definicję zrównoważonego rozwoju, choć satysfakcjonującym kompromisem jest określenie go następująco: „zrównoważony rozwój jest procesem zmian, w którym eksploatacja zasobów, kierunek inwestycji, orientacja rozwoju technologicznego oraz zmiany instytucjonalne są w harmonii i zwiększają zarówno obecny, jak i przyszły potencjał zaspokajania ludzkich potrzeb i aspiracji" (Brundtland Commission, 1987, s. 43). Kon-

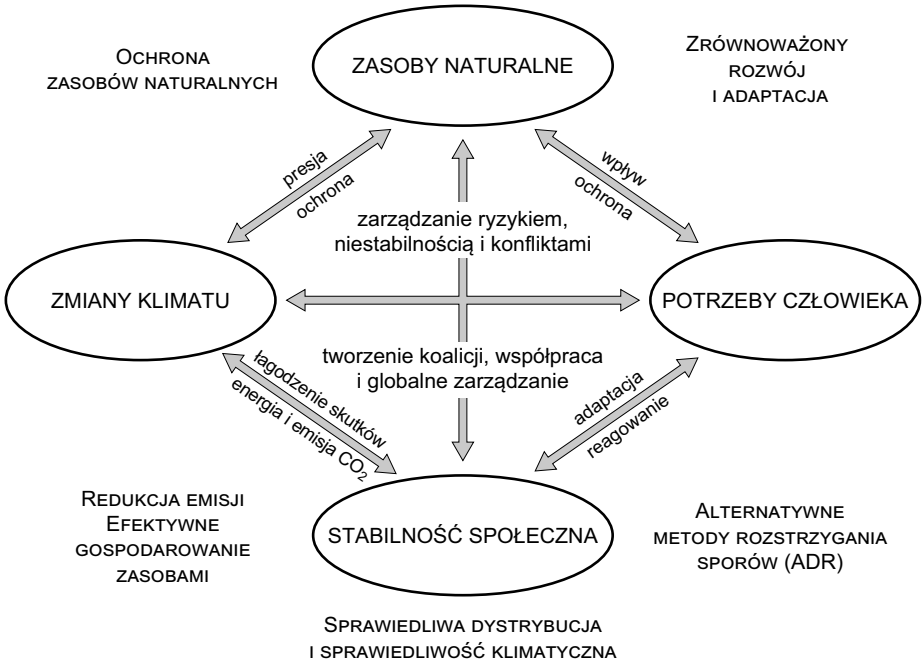
cepcja ta jest więc wpisana w ideę dążenia do zbalansowania potrzeb i ich zaspokajania przy prowadzeniu gospodarki niewyniszczającej środowisko. W dzisiejszym światowym modelu gospodarczym, w którym najistotniejszym czynnikiem jest zysk, zrównoważony rozwój jest praktycznie niemożliwy do osiągnięcia i dlatego naukowcy wzywają do jego zmiany: „ekonomia głównego nurtu, która tak długo dominowała i która dziś nadal napędza głębokie kryzysy egzystencjalne, musi raz na zawsze zostać naukowo zdyskredytowana, akademicko zdelegitymizowana i społecznie odrzucona" (Gills i Morgan, 2021, s. 1081).

W kontekście schematów Scheffrana (2011), UNDP (2010) oraz Smitha i Vivekanandy (2007) implementacja zrównoważonego rozwoju oznaczałaby koncentrację na wspólnotach – stosunkowo małych jednostkach społecznych – ponieważ to one zasadniczo stanowią podmiot w schematach zmian i zależności, a wyzwania, przed jakimi stają, różnią się pomiędzy nimi. Z postulatów przytaczanych w tym rozdziale można wyciągnąć wniosek, że sposób życia i korzystanie z przyrody, przy jednoczesnym zaspokajaniu potrzeb wspólnot, miałyby być uelastycznione, by wspólnoty te były odporne na presję zmieniającego się klimatu i tego efekty. Wsparcie wspólnot w budowaniu zdolności adaptacyjnych możliwe jest przy pomocy władz (lokalnych i państwa) oraz działań na poziomie międzynarodowym.

Podejmując próbę chronienia wspólnot poprzez eliminację presji wywoływanych przez zmiany klimatu, Scheffran uważa, że oddziaływać najlepiej jest na ekosystemy, by ich degradacja nie powodowała konieczności dostosowania potrzeb człowieka do ich zaniku: „ograniczenia wynikają ze skończoności zasobów nieodnawialnych, ograniczonej zdolności do regeneracji zasobów odnawialnych oraz ograniczonej zdolności przyrody do pochłaniania odpadów. Zrównoważony rozwój wymaga, aby podstawowe procesy ekologiczne były chronione przed niekorzystnymi zmianami warunków środowiskowych, które mogłyby wywołać punkty zwrotne i kaskady awarii" (Scheffran, 2011, s. 753). Postulując wsparcie odporności wspólnot na zmiany poprzez oddziaływanie na czynniki środowiskowe, które powodują presję, Scheffran łączy poziomy lokalny i globalny zarządzania: oddziaływać należy na ekosystemy, ale regulacje dotyczące tego oddziaływania (np. dotyczące eksploatacji zasobów naturalnych) są opracowywane głównie przez instytucje międzynarodowe.

Chociaż wiemy, że obecnie dominujący model gospodarki wyniszcza środowisko, bez którego człowiek nie może przetrwać, i choć wiemy, że jedną

z możliwych ścieżek transformacji jest ta oparta na koncepcji zrównoważonego rozwoju, autorzy nadal różnią się między sobą w sposobie przekładania koncepcji na rekomendacje działań. Nauka nie dostarcza jeszcze jednoznacznych drogowskazów, wobec czego użyteczne są schematy cząstkowe. Scheffran, nawiązując do swoich postulatów oddziaływania na ekosystemy, w drodze do implementacji idei zrównoważonego rozwoju łączy zmiany klimatyczne, zasoby naturalne, potrzeby człowieka i stabilność społeczną (ryc. 4).



Rycina 4. Strategie na rzecz bezpieczeństwa klimatycznego w zakresie zintegrowanych ram oceny
Na podstawie: Scheffran, 2011, s. 753.

Scheffran (2011) jest zdania, że amortyzacja zmian klimatu musi być przeprowadzana w szerszych koncepcyjnych ramach, łączących elementy zmian klimatycznych, zagrożenia dla bezpieczeństwa, niestabilność społeczną i polityczną oraz potencjalne konflikty ze strategiami mającymi na celu zmniejszenie wrażliwości grup i ryzyka głównie poprzez wspieranie wzrostu dobrobytu i potencjału ludzkiego w zrównoważonym rozwoju. Opis relacji między zmianami klimatycznymi, zasobami naturalnymi, potrzebami człowieka i stabilnością społeczną rozpoczyna od analizy koncepcji

zrównoważonego rozwoju: „zmiany klimatyczne są wynikiem niezrównoważonej struktury gospodarczej, która zagraża zarówno bazie zasobów naturalnych, jak i dobrobytowi i możliwościom ludzi. […] Istotną strategią zapobiegania i minimalizowania szkodliwego wpływu klimatu jest zrównoważony rozwój" (Scheffran, 2011, s. 752). Do przyczyn zmian klimatycznych autor dodaje także emisję gazów cieplarnianych, której ograniczenie stało się deklarowanym celem państw pracujących pod auspicjami różnych organizacji międzynarodowych. Scheffran pisze, że osiągnięcie wielkości emisji deklarowanych przez państwa: „wymaga bardziej wydajnego i alternatywnego wykorzystania energii i innych zasobów naturalnych w celu tworzenia bogactwa przy użyciu mniejszej ilości zasobów" (Scheffran, 2011, s. 752). Choć autor upatruje instrumentów pomagających osiągnięcie celu w stosowaniu międzynarodowych uzgodnień i narzędzi finansowych (Scheffran, 2011, s. 753), do jego postulatów można dodać także opracowanie rozwiązań technicznych i technologicznych pozwalających na korzystanie z zasobów alternatywnych i ekonomiczniejsze gospodarowanie tymi, od których jesteśmy uzależnieni.

Konieczność chronienia zasobów naturalnych Scheffran łączy z ich dystrybucją i alokacją, dążąc do realizacji koncepcji sprawiedliwej transformacji (Scheffran, 2011, s. 753–754), a odnośnie do relacji między zmianami klimatu a konfliktami zbrojnymi pisze, że nauka dostarcza jeszcze za mało danych, by móc zbudować model regulacji tych relacji, choć w przypadku wystąpienia zagrożeń można wykorzystać istniejące już mechanizmy reagowania, takie jak: udzielanie pomocy w przypadku klęsk żywiołowych, ochrona uchodźców, ingerencja w konflikty zbrojne (Scheffran, 2011, s. 754).

Scheffran pisze, że kluczowe dla opanowania negatywnych efektów zmian klimatycznych jest zaangażowanie ludności („obywateli") w ich regulację, co można zrobić w duchu alternatywnych metod rozwiązywania sporów (*Alternative Dispute Resolution* – ADR), opartych na porozumieniu, akomodacji i poszukiwaniu satysfakcjonujących rozwiązań, a nie na konflikcie interesów (Scheffran, 2011, s. 754). Wsparcia dla procesów autor upatruje także w ustanawianiu międzynarodowych regulacji i zacieśnianiu współpracy międzynarodowej oraz ustanowieniu funkcjonalnego *global governance*, który przejmie funkcję regulatora całości procesów zmian i sposobów reagowania na nie (Scheffran, 2011, s. 755). Zarządzanie globalne miałoby więc stanowić ramy oddziaływania, a wspólnoty poszukiwałyby rozwiązań koncyliacyjnymi metodami. Państwo wspierałoby zdolności

akomodacyjne i adaptacyjne wspólnot, a priorytetem byłaby ochrona zasobów naturalnych.

10. Podsumowanie

Powracając do początkowych pytań, których pojawianie się stało się inspiracją do napisania tego rozdziału, możemy zobaczyć, czy nauka jest pomocna w budowaniu naszej „konfidencji klimatycznej". Jak zagwarantować bezpieczeństwo przy postępującej degradacji środowiska i niekorzystnych dla człowieka zmianach klimatycznych? Znane są nam schematy relacji między zmianami klimatycznymi a ciągiem kolejnych efektów (pierwotnych i wtórnych), które powodują. Choć zidentyfikowane są także cząstkowe schematy reagowania na zmiany, to do skutecznego przeciwdziałania efektom zmian klimatu brakuje dwóch elementów: **ostatecznego wypełnienia luk w wiedzy** oraz **wdrożenia skutecznych mechanizmów** łączących zarządzanie globalne lub inną formę dobrze skoordynowanej współpracy podmiotów na arenie międzynarodowej z pozostałymi podmiotami istotnymi w przeciwdziałaniu efektom zmian klimatu i aktywnością wspólnot wrażliwych na zmiany w celu wzmocnienia ich zdolności adaptacyjnych. Niektórzy prawdopodobnie chcieliby dodać jeszcze obalenie obecnie dominującego modelu gospodarczego, który wymusza konsumpcjonizm oraz prowadzi do zanieczyszczania i degradacji Ziemi na wielką skalę. Wspieranie zdolności konstruktywnego reagowania na zmiany klimatu, które wpływają na potrzeby człowieka, jest kluczowe nie tylko dla wzmocnienia bezpieczeństwa, ale i dla utrzymania lub podniesienia komfortu życia, a w niektórych przypadkach także dla przetrwania. Naukowcy wskazują zrównoważony rozwój jako najlepszą ścieżkę do osiągnięcia przewidywalnej stabilności. Scheffran (2011), opisując możliwy do stworzenia świat rządzony mechanizmami współpracy klimatycznej, narysował obraz niemal idealnej wspólnoty międzynarodowej. Dwie podstawowe przeszkody stojące na drodze realizacji tego obrazu to wspomniany już dominujący model gospodarki oraz sekurytyzacja zmian klimatu, czyli postrzeganie ich nie jako zmian, a jako zagrożenia. Ogranicza to możliwości ich skutecznej i głębokiej identyfikacji i oddziaływania na ich źródła zamiast na daleko już posunięte efekty w postaci wymuszonych migracji czy konfliktów zbrojnych. Odsekurytyzowanie zmian klimatu powinno być w interesie polityków, ponieważ oddziaływanie na wcześniejszym etapie procesu, który ostatecznie

zagraża bezpieczeństwu międzynarodowemu, jest tańsze i skuteczniejsze. Jak mawiają praktycy misji pokojowych: *an ounce of prevention is a ton of intervention* – uncja zapobiegania to tona interweniowania.

Bibliografia

Bailes A.J.K., 2003. *Introduction. Trends and challenges in international security*, w: *SIPRI Yearbook 2003: Armaments, Disarmament and International Security*, SIPRI, Stockholm, s. 1–22.

Boin A., 't Hart P., McConnell A., 2009. *Crisis exploitation: Political and policy impacts of framing contests*, „Journal of European Public Policy", vol. 16(1), s. 81–106, https://doi.org/10.1080/13501760802453221.

Bremberg N., Sonnsjö H., Mobjörk M., 2019. *The EU and climate-related security risks: A community of practice in the making?*, „Journal of European Integration", vol. 41(5), s. 623–639, https://doi.org/10.1080/07036337.2018.1546301.

Bremberg N., Mobjörk M., Krampe F., 2022. *Global responses to climate security: Discourses, institutions and actions*, „Journal of Peacebuilding & Development", vol. 17(3), s. 341–356.

Brundtland Commission, 1987. *Our Common Future. The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford–New York, https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf (dostęp: 16.07.2024 r.).

Buzan B., Wæver O., De Wilde J., 1998. *Security: A New Framework for Analysis*, Lynne Rienner Publishers, Boulder.

de Coning C., Tarif K., 2024. *How Does Climate Change Affect Peace and Security?*, SIPRI, Stockholm, January, https://www.sipri.org/publications/2024/partner-publications/how-does-climate-change-affect-peace-and-security (dostęp: 10.07.2024 r.).

Dalby S., 2013. *Biopolitics and climate security in the Anthropocene*, „Geoforum", vol. 49(6), s. 184–192, https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.06.013.

Daoudy M., 2021. *Rethinking the climate–conflict nexus: A human–environmental–climate security approach*, „Global Environmental Politics", vol. 21(3), https://doi.org/10.1162/glep_a_00609.

De Juan A., 2015. *Long-term environmental change and geographical patterns of violence in Darfur, 2003–2005*, „Political Geography", vol. 45, s. 22–33, https://doi .org/10.1016/j.polgeo.2014.09.001.

Dellmuth L.M., Gustafsson M.-T., Bremberg N., Mobjörk M., 2017. *Intergovernmental organizations and climate security: advancing the research agenda*, „WIREs Climate Change", vol. 9(1), https://doi.org/10.1002/wcc.496.

Depledge D., Feakin T., 2012. *Climate change and international institutions: implications for security*, „Climate Policy", vol. 12, s. 73–84.

Gills B., Morgan J., 2021. *Economics and climate emergency*, „Globalizations", vol. 18(7), s. 1071–1086, https://doi.org/10.1080/14747731.2020.1841527.

Hart D.M., Victor D.G., 1993. *Scientific elites and the making of US policy for climate change research, 1957–74*, „Social Studies of Science", vol. 23(4), s. 643–680.

Hickmann T., 2017. *The reconfiguration of authority in global climate governance*, „International Studies Review", vol. 19(3), s. 430–451, https://doi.org/10.1093/isr/vix037.

IPCC, 2024. *History of the IPCC*, https://www.ipcc.ch/about/history/ (dostęp: 8.07.2024 r.)

Kaufman S.J., 1996. *An 'international' theory of inter-ethnic war*, „Review of International Studies", vol. 22(2), s. 149–171.

Läderach P., Schapendonk F., Shirsath P., Amarnath G., Prager S., Gummadi S., … Pacillo G., 2023. *The Climate–Security Nexus: Securing Resilient Livelihoods through Early Warning Systems and Adaptive Safety Nets*, w: B. Campbell, P. Thornton, A.M. Loboguerrero, D. Dinesh, A.C. Nowak (red.), *Transforming Food Systems Under Climate Change through Innovation*, Cambridge University Press, s. 63–74.

Lamain C., 2022. *Conflicting securities: contributions to a critical research agenda on climate security*, „Globalizations", vol. 19(1), https://doi.org/10.1080/14747731.2022.2057093.

McDonald M., 2013. *Discourses of climate security*, „Political Geography", vol. 33(1), s. 42–51.

Michalak D., Szyja P., 2023. *Determinants of climate security – an attempt at indicator analysis*, „Economics and Environment", vol. 1(84), s. 8–28.

NSF, 1966. *16th Annual Report*, US National Science Foundation, https://www.nsf.gov/pubs/1966/annualreports/start.htm (dostęp: 23.09.2023 r.).

Ostrowska A.M., 2024. *Antropologia społeczna i kulturowa w badaniu suszy*, w: E. Krogulec, A. Dziewulska (red.), *Susza – zjawisko, konteksty, ramy prawne*, WUW, Warszawa, s. 51–84.

Podesta J., Ogden P., 2007. *The security implications of climate change*, „The Washington Quarterly", vol. 31(1), s. 115–138.

PSAC, 1965. *Restoring the Quality of Our Environment*, President's Science Advisory Committee, Environmental Pollution Panel, The White House, Washington, http://hdl.handle.net/2027/uc1.b4116127 (dostęp: 23.09.2023 r.).

Scheffran J., 2011. *Security Risks of Climate Change: Vulnerabilities, Threats, Conflicts and Strategies*, w: H.G. Brauch i in., *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security*, Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, vol. 5, Springer, Berlin–Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-642-17776-7_42.

Schilling J., Freier K.P., Hertig E., Scheffran J., 2012. *Climate change, vulnerability, and adaptation in North Africa, with focus on Morocco*, „Agriculture Ecosystems and Environment", vol. 156, s. 12–26, https://doi.org/10.1016 /j.agee.2012.04.021.

Sen A., 2000. *Why Human Security?*, Lecture at the International Symposium on Human Security, Tokyo.

SIPRI, 2003. *SIPRI Yearbook 2003: Armaments, Disarmament and International Security*, SIPRI, Stockholm.

Smith D., Vivekananda J., 2007. *A Climate of Conflict: The Links between Climate Change, Peace and War*, International Alert, London.

Sova Ch., 2017. *The First Climate Change Conflict*, World Food Program USA, 30.11.2017 r., https://www.wfpusa.org/stories/the-first-climate-change-conflict/# (dostęp: 22.03.2021 r.).

Trombetta M.J., 2008. *Environmental security and climate change: Analysing the discourse*, „Cambridge Review of International Affairs", vol. 21(4), s. 585–602, https://doi.org/10.1080/09557570802452920.

ul Haq M., 1995. *Reflections on Human Development*, Oxford University Press, New York–Oxford.

UNDP, 2010. *Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios: A Guidebook for Subnational Planners*, UNDP, New York.

Vogler A., 2023, *Tracking climate securitization: Framings of climate security by civil and defense ministries*, „International Studies Review", vol, 25(2), https://doi.org/10.1093/isr/viad010.

Jakub Rok
Uniwersytet Warszawski, Centrum Europejskich
Studiów Regionalnych i Lokalnych EUROREG
ORCID: 0000-0001-5743-3542



A co, jeśli zrównoważony rozwój nie działa? Krytyka zrównoważonego rozwoju i możliwe ścieżki naprzód

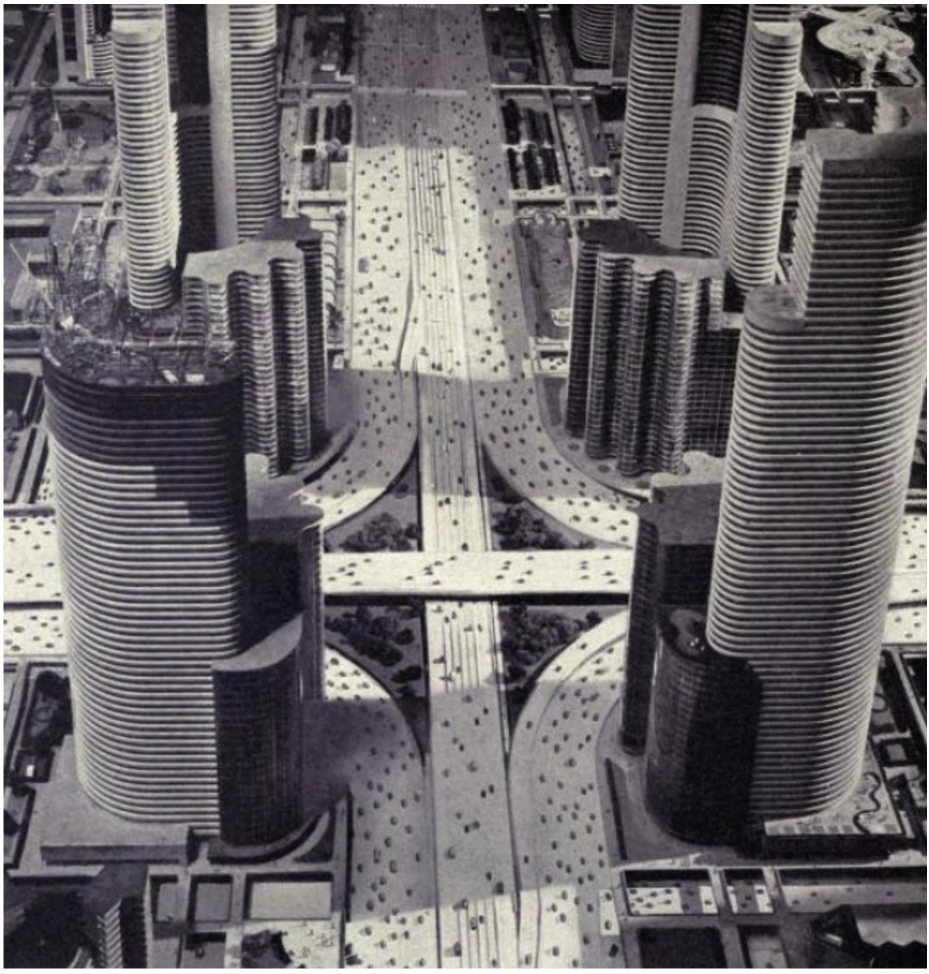
1. Zacznijmy od przyszłości

Często rozpoczynam swoje zajęcia ze studentami od prostej ankiety. Pytam o to, jaka przyszłość nas czeka. Która z dwóch poniższych odpowiedzi na to pytanie jest Ci bliższa:

1. Przyszłość widzę raczej w ciemnych barwach, będzie ciężej niż obecnie.
2. Przyszłość widzę raczej w jasnych barwach, powoli będzie następował progres?

Od kilku lat otrzymuję wciąż ten sam wynik. Zdecydowana większość młodych, świadomych osób uczestniczących w moich zajęciach na uniwersytecie i poza nim widzi przyszłość w ciemnych barwach. Uważam, że ten pesymizm to stosunkowo nowe zjawisko. Obserwując wizje przyszłości snute przez pokolenia naszych przodków – od szklanych domów z *Przedwiośnia*, przez Futuramę, czyli miasto przyszłości zaprezentowane na wystawie światowej w Nowym Jorku w 1939 r. (ryc. 1), po popularną jeszcze w latach 90. XX w. kreskówkę *Jetsonowie* – widać wiarę w postęp, w zbawienną rolę technologii, w zdolność człowieka do racjonalnego pokierowana losem swoim i planety. Prezentowane w kulturze optymistyczne wizje przyszłości były mocno osadzone w myśli oświeceniowej, rozwijającej się od XVIII w. Oczywiście, zdarzały się okresy zwątpienia, jak chociażby w czasach Wielkiego Kryzysu w latach 30. XX w. Szybko jednak pojawiały się koncepcje, które były w stanie pobudzić wyobraźnię, wzmocnić nadzieję

i zmobilizować do działania. W przypadku Wielkiego Kryzysu w USA tak było z szeroko zakrojonym programem inwestycji publicznych, czyli polityką Nowego Ładu. Nie powinno zatem dziwić, że współcześnie zarówno Unia Europejska, jak i USA postulują Zielony Nowy Ład. Być może to pozwoli pobudzić nadzieję, tak jak udało się niemal 100 lat wcześniej.



Rycina 1. Futurama, czyli miasto przyszłości z Wystawy Światowej w 1939 r.
Źródło: Wikimedia Commons.

Współcześnie ani polityka, ani kultura popularna[1] nie budują już tak przekonujących wizji postępu. Przeciwnie, jak zauważył jeden z krytyków

[1] Przyjmuję tu perspektywę społeczeństw Globalnej Północy.

filmowych, żyjemy wręcz w złotej erze filmów dystopijnych (Queenan, 2015). Skąd ta fala pesymizmu, widoczna zarówno na kinowym ekranie, jak i w uniwersyteckiej sali? Gdzie zagubiliśmy wiarę w siłę postępu, wzrastającą wraz z rozwojem myśli oświeceniowej? Wydaje się, że punktem zwrotnym był przełom lat 60. i 70. XX w. To wtedy pojawiają się doniesienia o stanie planety, które podają w wątpliwość możliwość kontynuowania dotychczasowej ścieżki rozwoju. W 1968 r. ukazuje się książka stanfordzkiego ekologa Paula Ehrlicha pod tytułem *Population Bomb* (Bomba demograficzna), w której przestrzega on, że postępujące przeludnienie doprowadzi do globalnego kryzysu i głodu (Ehrlich, 1968). Kilka lat później ukazuje się raport Klubu Rzymskiego zatytułowany *Granice Wzrostu* (Meadows i in., 1972). Grupa autorów i autorek z rodzącej się wówczas dyscypliny nauk o systemie Ziemi przewiduje w nim, że wykładnicze tempo wzrostu gospodarczego doprowadzi w perspektywie kilkudziesięciu lat do wyczerpania zasobów planety i załamania produkcji. To w tym okresie ostrzegawczy głos nauki w sprawie ochrony zasobów planety po raz pierwszy wybrzmiał tak wyraźnie.

Kilkanaście lat później w debacie międzynarodowej pojawiła się koncepcja zrównoważonego rozwoju (World Commission on Environment and Development, 1987). To właśnie ten nowy model rozwoju miał pozwolić na uniknięcie katastrofy społeczno-ekologicznej, zarysowanej przez badaczy i badaczki zajmujących się nauką o systemie Ziemi. Do dotychczasowych rozważań o rozwoju i sprawiedliwym rozdziale dóbr został dodany nowy element, tj. wybiegająca w przyszłość sprawiedliwość międzypokoleniowa. Nowy model rozwoju miał doprowadzić do zmiany relacji człowieka ze środowiskiem, tak by zaspokajanie potrzeb obecnego pokolenia nie odbywało się kosztem możliwości zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń. Założenia zrównoważonego rozwoju zostały zaakceptowane zarówno na forum międzynarodowym (Szczyt Ziemi w Rio w 1992 r.), jak i w świecie biznesu (ESG[2]). Najpełniejszym wyrazem instytucjonalizacji tej koncepcji są przyjęte w 2015 r. przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych Cele Zrównoważonego Rozwoju (*Sustainable Development Goals* – SDG) (UN, [2024]). To zestaw 17 celów oraz związanych z nimi 169 zadań dla

[2] Skrót ten oznacza środowisko, społeczeństwo i ład korporacyjny (*Environmental, Social, and Governance*) i odnosi się do zestawu wskaźników używanych do pomiaru wpływu przedsiębiorstw na środowisko i społeczeństwo. Termin ESG został po raz pierwszy użyty w 2004 r. przez UN Global Compact, ale upowszechnił się po przyjęciu Celów Zrównoważonego Rozwoju w 2015 r.

całej społeczności międzynarodowej, które mają zostać osiągnięte do 2030 r. W ciągu 30 lat zrównoważony rozwój przeszedł ścieżkę od idei zaproponowanej w odpowiedzi na nasilający się kryzys do globalnego drogowskazu, pod którym podpisały się zgodnie wszystkie 193 państwa członkowskie ONZ.

Zrównoważony rozwój na stałe zagościł w świadomości ludzi, a jednak nie uchronił nas przed objawami pesymizmu, widocznymi zarówno w kulturze popularnej, jak i w rozmowach z moimi studentami i studentkami. Od momentu publikacji wspomnianego raportu Klubu Rzymskiego przed ponad 50 laty pojawiły się liczne nowe doniesienia zwracające uwagę na kolejne wymiary kryzysu planetarnego: kryzys klimatyczny, utrata bioróżnorodności, zakwaszenie oceanów, a także kryzys demokracji czy pogłębiające się nierówności społeczne. Czy w tej sytuacji jesteśmy skazani na fatalizm? Czy jest przestrzeń na alternatywne wizje przyszłości, które mogą natchnąć nas nadzieją i optymizmem? Jak odzyskać myślenie utopijne?

Celem tego rozdziału jest, po pierwsze, krytyczne przyjrzenie się koncepcji zrównoważonego rozwoju. Czy okazała się ona skuteczna? Jakie czynniki stoją za jej (nie)powodzeniem? Po drugie, rozdział ten jest poświęcony spojrzeniu na marginesy obecnej dyskusji o rozwiązaniach kryzysu planetarnego. Jakie inne koncepcje wyjścia z kryzysu planetarnego – poza dominującym w głównym nurcie zrównoważonym rozwojem – pojawiają się w debacie, co obiecują i czy mogą stać się środkiem do odzyskania utraconego utopijnego myślenia o przyszłości?

2. Czy zrównoważony rozwój (nie) działa?

Zrównoważony rozwój przynosi obietnicę pogodzenia poprawy w trzech sferach jednocześnie – ekonomicznej, społecznej i przyrodniczej. Znajduje to odzwierciedlenie w 17 **Celach Zrównoważonego Rozwoju**, gdzie zapisane zostały m.in.: wzrost gospodarczy i godna praca (cel 8), równość płci (cel 5), działania w dziedzinie klimatu (cel 13). Do każdego celu przyporządkowane są wskaźniki, które pozwalają ocenić progres w realizacji całego, zaplanowanego do 2030 r., programu. Co roku ONZ przedstawia raport oceniający stan realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju. W ostatnim, opublikowanym w czerwcu 2024 r., czytamy następujące podsumowanie dokonanej oceny:

> Na podstawie Indeksu Celów Zrównoważonego Rozwoju szacujemy, że tylko około 16% zadań wpisanych w SDG jest na dobrej drodze do osiągnięcia. Pozostałe 84% wykazuje ograniczony postęp (niewystarczający do osiągnięcia rezultatów założonych do 2030 r.) lub nawet cofnięcie się w postępach. Większość zadań, które są szczególnie dalekie od realizacji, dotyczy systemów żywnościowych, bioróżnorodności, zrównoważonego użytkowania gruntów, a także pokoju i silnych instytucji (Sachs, Lafortune i Fuller, 2024, tłum. własne).

Graficzna prezentacja wyników oceny wskazuje, że żaden z głównych SDG nie został jeszcze osiągnięty, a wyzwania stojące na drodze do ich realizacji zostały uznane za poważne lub bardzo poważne (ryc. 2). Co więcej, aż w 12 na 17 przypadków trend jest stagnujący, co oznacza, że w ostatnich latach nie obserwuje się wyraźnej poprawy na ścieżce ich realizacji.

Cele Zrównoważonego Rozwoju to nie jedyne źródło informacji o powodzeniu obranej ścieżki rozwoju. Być może przypisane do nich wskaźniki zostały ustalone zbyt ambitnie lub to lokalne problemy rzutują negatywnie na globalny obraz. Spójrzmy zatem na inne badanie mówiące o stanie zaawansowania kryzysu planetarnego – czyli na analizę granic planetarnych.

Koncepcja **granic planetarnych** polega na zakreśleniu stabilnych ram środowiskowych, w których ludzkość może rozwijać się i prosperować przez kolejne pokolenia. Przekroczenie granic zwiększa ryzyko wywołania zmian środowiskowych na tak dużą skalę, że zagrożone zostają podstawy trwania ludzkiej cywilizacji w obecnym kształcie. Drastyczne zmiany niekoniecznie nastąpią z dnia na dzień, ale po przekroczeniu wyznaczonego progu ryzyko destabilizacji znacząco wzrasta. Pierwsze badanie granic planetarnych pochodzi z 2009 r. (Rockström i in., 2009), a ostatnia aktualizacja pojawiła się w roku 2023 (Richardson i in., 2023). W tej ostatniej publikacji badaczom i badaczkom po raz pierwszy udało się oszacować wskaźniki dla wszystkich dziewięciu procesów regulujących stabilność i odporność systemu Ziemi. Wskaźniki granic planetarnych pozwalają wymiernie ocenić, czy nasze oddziaływanie na systemy planetarne przekracza próg bezpieczeństwa.

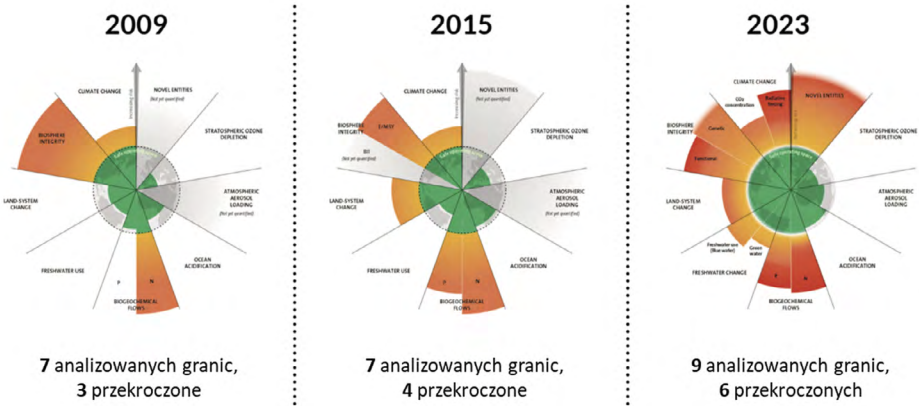
W 2009 r. na siedem oszacowanych granic planetarnych przekroczenia zostały zarejestrowane w trzech domenach. Wówczas niebezpiecznie rozregulowany był już system klimatyczny, obieg azotu oraz integralność biosfery. W aktualizacji z 2023 r. na dziewięć oszacowanych granic przekroczeń było już sześć. Oprócz tych wspomnianych wcześniej (których nie udało się przywrócić do bezpiecznego poziomu) krytyczny próg przekroczyły



Rycina 2. Postęp w realizacji 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju

Źródło: opracowanie własne na podstawie Sachs, Lafortune i Fuller, 2024.

również wskaźniki: deforestacji, obiegu fosforu, dostępności wody pitnej oraz wprowadzania do ekosystemu antropogenicznych związków chemicznych (ryc. 3). Podsumowując, okres 2009–2023 to dalsze, szybkie pogłębianie się kryzysu planetarnego. Nie tylko nie udaje się rozwiązać już nabrzmiałych problemów – jak kryzys klimatyczny i utrata bioróżnorodności – ale przekroczone zostają kolejne progi bezpieczeństwa, decydujące o możliwości trwania naszej cywilizacji w stabilnych warunkach środowiska.



Rycina 3. Granice planetarne – porównanie wyników dla lat 2009, 2015 i 2023
Źródło: Stockholm Resilience Centre, Planetary boundaries.

Dziś nie trzeba już studiować specjalistycznych opracowań naukowych, żeby zorientować się, że system planetarny – od tysięcy lat gwarantujący stabilne warunki do rozwoju ludzkiej cywilizacji – został wytrącony z równowagi. Co chwila docierają do nas kolejne doniesienia o rekordach temperatury, o ekstremalnych zjawiskach pogodowych czy o kolejnych falach uchodźstwa klimatycznego. Tylko w lecie 2024 r. pojawiły się m.in. informacje o tym, że 22 lipca był najcieplejszym dniem w historii globalnych pomiarów, a poprzednie 13 miesięcy każdorazowo biło rekord temperatury (NASA, 2024). Kryzys planetarny już tu jest, a tocząca się od ponad trzech dekad debata o zrównoważonym rozwoju nie powstrzymała jego nadejścia.

3. Dlaczego zrównoważony rozwój nie zadziałał?

Mimo powtarzających się od ponad 30 lat politycznych deklaracji o podążaniu ścieżką zrównoważonego rozwoju tak potrzebna transformacja

wciąż nie nastąpiła. Dlaczego tak się stało? Odpowiedzi na to pytanie szukało już wielu krytycznych obserwatorów i badaczek. W tej części rozdziału pochylimy się nad najważniejszymi argumentami krytycznymi wobec zrównoważonego rozwoju, wysuwanymi z pozycji troski o losy planety i jej mieszkańców. Innymi słowy, skupimy się tylko na tej części krytyki, która zgadza się z diagnozą (potrzebujemy zmiany dotychczasowego modelu rozwoju, aby uniknąć planetarnej katastrofy), ale negatywnie ocenia skuteczność recepty wdrażanej pod hasłem zrównoważonego rozwoju.

Pierwsza oś krytyki wskazuje, że **zrównoważony rozwój stał się narzędziem postpolityki** (Hornborg, 2009). Jak to rozumieć? Jak wskazuje socjolog Maciej Gdula (2008), w swym pierwotnym znaczeniu polityka to urządzanie świata społecznego przez obywateli zdolnych wybierać między różnymi możliwościami, jakie przed nimi stoją. Współcześnie tak rozumiana polityka jest coraz częściej wypierana i zastępowana przez apolityczny język zarządzania. Zamiast sporu między alternatywnymi wizjami przyszłości polityka zostaje sprowadzona do wąskiej debaty na temat technokratycznych rozwiązań, w której mogą brać udział jedynie eksperci. Zakorzenienie koncepcji zrównoważonego rozwoju w wynikach badań nauki o systemie Ziemi czyni ten obszar szczególnie podatnym na takie odpolitycznienie. Nie chodzi tu jednak o „odcięcie" zrównoważonego rozwoju od naukowych korzeni, lecz o „upolitycznienie" myślenia ekologicznego. Warto zatem zadać sobie pytania:

- kto korzysta, a kto traci na poszczególnych politykach ekologicznych?
- kto ma dostęp do cennych dóbr środowiskowych, a kto jest najsilniej wystawiony na negatywne konsekwencje zmian środowiskowych?
- kto ponosi największą odpowiedzialność za kryzys klimatyczno-ekologiczny?
- czyj głos jest słyszalny w sprawie kształtowania środowiska i korzystania z jego dóbr?
- kto kształtuje wyobrażenia na temat środowiska i wzorców korzystania z niego?

Szukaniem odpowiedzi na powyższe pytania zajmuje się ekologia polityczna[3]. Początkowo skupiała się ona na analizie wpływu projektów roz-

[3] Niestety, niewiele jest polskich źródeł na ten temat. Zainteresowanym polecam anglojęzyczny podręcznik: Robbins, 2012.

wojowych na lokalne społeczności Globalnego Południa, ale z czasem rozszerzyła swój zakres badawczy o miasta, ich politykę ekologiczną oraz zachodzące w nich przemiany społeczno-ekologiczne. Jeden z najbardziej znanych badaczy ekologii politycznej miast, Erik Swyngedouw, tak pisze o postpolitycznym zwrocie napędzanym przez miejskie polityki zrównoważonego rozwoju:

> Zielone polityki miejskie stanowią wcielenie urbanizacji nastawionej na konkurencyjność i przedsiębiorczość, która oddaje centralną pozycję deweloperom i interesom prywatnych inwestorów […]. Polityki te są przykładem postpolitycznego i postdemokratycznego zwrotu, w którym neoliberalna władza wdraża lokalne projekty zazieleniania, jednocześnie blokując możliwość realnej politycznej dyskusji o środowisku oraz o celach i konsekwencjach podejmowanych interwencji. Nowe wyobrażenie zielonego urbanizmu jest ściśle powiązane z ekonomią polityczną neoliberalnego miasta (Swyngedouw, 2009).

W ostatnim okresie w ramach dyskusji o klimacie coraz częściej podkreśla się aspekt nierówno rozłożonej odpowiedzialności za kryzys. Koncepcja zrównoważonego rozwoju pozostaje jednak w większości ślepa na nierówne relacje władzy i rozkład odpowiedzialności, nie dostrzegając konfliktów społecznych i politycznych zawartych w obecnym systemie. Zamiast tego polityka zrównoważonego rozwoju obiecuje rozwiązania w modelu *win-win*, gdzie wszystkie strony skorzystają. Dostajemy jednak coraz więcej danych, które wskazują, że zmierzenie się z nierównością będzie konieczne dla skutecznego zmierzenia się z kryzysem klimatycznym i innymi aspektami kryzysu planetarnego. Kilka przykładów takich doniesień poniżej:

1) pięć największych firm związanych z paliwami kopalnymi wydało w latach 2010–2018 ponad miliard złotych na lobbing w Unii Europejskiej, starając się wpłynąć na kształt polityk klimatycznych wspólnoty (Tansey i in., 2019);
2) w 2019 r. najbogatszy 1% społeczeństwa był odpowiedzialny za 16% globalnych emisji dwutlenku węgla, co odpowiada emisjom generowanym przez 66% ludzkości, czyli najbiedniejsze 5 miliardów ludzi (Khalfan i in., 2023);
3) roczny ślad węglowy inwestycji zaledwie 125 najbogatszych ludzi świata odpowiada emisjom dwutlenku węgla całej Francji (Maitland i in., 2022).

Skutki polityk publicznych zawsze będą różnie odczuwane przez różne grupy społeczne. Dotkliwie przypomniały o tym strajki tzw. żółtych kamizelek

we Francji, czyli masowy opór niższej klasy średniej i mieszkańców prowincji przeciwko wprowadzeniu – motywowanej względami ochrony klimatu – podwyżki cen paliw. Mając na uwadze powyższe doniesienia, potrzebne są polityki, które największy ciężar dostosowania położą na barkach najbogatszych. Czy takie rozwiązanie wydaje się dziś prawdopodobne?[4]

Druga oś krytyki wskazuje, że **zrównoważony rozwój przyczynia się do reprodukcji szkodliwej narracji Rozwoju** przez duże „R" (Demaria i in., 2023). Rozwój pisany z dużej litery to wymyślona w latach 50. XX w. na Globalnej Północy koncepcja, która zakłada istnienie uniwersalnej ścieżki postępu, którą powinny podążać wszystkie państwa. Sposobem na przełamanie zacofania jest więc czerpanie z rozwiązań wypracowanych w krajach najbogatszych i ciągłe staranie się o dogonienie tych najlepszych. Ważny jest łatwy pomiar rozwoju, aby ocenić, na jakim poziomie zaawansowania znajdują się poszczególne kraje – stąd tak duża rola prostych wskaźników, jak Produkt Krajowy Brutto (PKB) czy Wskaźnik Rozwoju Społecznego (HDI). Ta paternalistyczna koncepcja znalazła odzwierciedlenie w nieco już przestarzałym podziale globu na Pierwszy, Drugi i Trzeci Świat. W tym ujęciu kraje Trzeciego Świata mają szansę na poprawę swojego położenia tylko wtedy, gdy wkroczą na ścieżkę rozwoju wyznaczaną przez kraje Pierwszego Świata. W praktyce takie podejście pozwoliło utrzymać państwa Globalnego Południa w pozycji podporządkowanej, mimo oficjalnego zakończenia ery kolonialnej.

Zrównoważony rozwój nawiązuje do spuścizny tak rozumianego Rozwoju, co jest szczególnie krytycznie odbierane w krajach Globalnego Południa. Koncepcja Rozwoju skrywa fakt, że państwa Globalnej Północy korzystają z globalnych nierówności, aby wzmocnić swoją pozycję, utrzymując jednocześnie „zacofanie" państw Globalnego Południa. Ten układ zależności został opisany przez socjologa Immanuela Wallersteina (1974) jako system centrum – peryferie, w którym to podmioty polityczne i ekonomiczne z centrum mają dostęp do najbardziej wartościowych zasobów peryferii (np. surowców, wykształconej kadry), dyktując jednocześnie warunki wymiany. Jeśli przyjmiemy za prawdziwą tę alternatywną hipotezę, tj. o utrzymywaniu przez państwa centralne innych państw w pozycji peryferyjnej, to zobaczymy, że przełamanie „zacofania" nie wiedzie przez do-

[4] Warto w tym kontekście zwrócić uwagę na inicjatywę globalnego podatku nałożonego na miliarderów wysuniętą w czerwcu 2024 r. przez przedstawicieli rządu Brazylii na forum prestiżowej grupy G20. Może to zapowiedź zmieniającego się klimatu politycznego?

stosowywanie się do koncepcji wypracowywanych na Globalnej Północy. Praktyka zrównoważonego rozwoju wpisuje się w podtrzymywanie nierównych warunków wymiany na zglobalizowanych rynkach, utrudniając jednocześnie wybicie się na większą niezależność i samowystarczalność wśród społeczeństw krajów peryferyjnych. Co więcej, kilkadziesiąt lat temu można było argumentować, że istnieją państwa rozwinięte, które wyznaczają horyzont aspiracji. Czy dziś możemy jednak mówić o krajach, które są jednocześnie i rozwinięte, i zrównoważone, i jako takie mogą stanowić wzór dla innych?

Wreszcie, trzecia oś krytyki podkreśla, że **zrównoważony rozwój to faktyczna kontynuacja dotychczasowego modelu, czyli biznes jak zwykle**. Oparty jest bowiem na założeniu, że rozwiązanie dla kryzysu planetarnego można znaleźć w ramach opartej na wzroście gospodarki kapitalistycznej. Pomysł na „zielony" wzrost opiera się na hipotezie Środowiskowej Krzywej Kuznetsa. To rozwinięta przez ekonomistów środowiska koncepcja opisująca wpływ rozwoju gospodarczego na jakość środowiska. Według jej założeń negatywne oddziaływanie na środowisko szybko rośnie na wczesnych etapach rozwoju, ale w pewnym momencie dochodzi do zmiany kierunku tej relacji tak, że dalszy wzrost gospodarczy przyczynia się do poprawy stanu środowiska. Ten moment nazywa się rozłączeniem (*decoupling*), oznacza bowiem rozejście się skorelowanych dotąd zmiennych – wzrostu gospodarczego lub innej miary dochodu (rośnie) i negatywnego oddziaływania na środowisko (spada). Przyjęcie w debacie o zrównoważonym rozwoju hipotezy Środowiskowej Krzywej Kuznetsa wzmacnia wiarę w to, że wzrost gospodarczy może być rozwiązaniem narastających problemów środowiskowych. Czy to przekonanie jest wystarczająco mocno ugruntowane w danych, aby opierać na nim nadzieję na wyjście z kryzysu planetarnego? Warto przyjrzeć się temu bliżej.

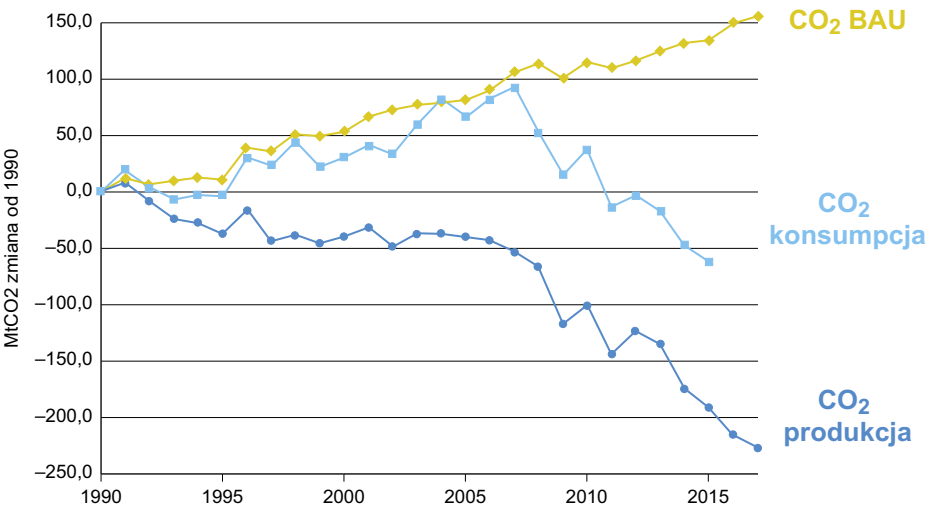
Po pierwsze, należy rozróżnić trzy typy rozłączenia: (1) relatywne, (2) absolutne oraz (3) absolutne i jednocześnie wystarczające. Aby łatwiej prześledzić tę różnicę, weźmy za przykład globalne emisje gazów cieplarnianych. Rozłączenie relatywne to sytuacja, w której – przy wzroście gospodarczym – emisje także rosną, ale w wolniejszym tempie, np. przy globalnym wzroście PKB wynoszącym 3% w skali roku, emisje także rosną, ale tylko o 1% rocznie. Rozłączenie absolutne oznacza, że przy dodatnim wzroście gospodarczym emisje spadają. Przykładowo, roczne tempo wzrostu PKB to 2%, a zmiana poziomu emisji wynosi –1% rok do roku. Wreszcie, w ramach rozłączenia absolutnego możemy wyróżnić to, które jest

jednocześnie wystarczające. W odniesieniu do gazów cieplarnianych wiemy, że zgodnie z Porozumieniem Paryskim i dążeniem do zatrzymania ocieplenia na poziomie +1,5 °C, globalny poziom emisji gazów cieplarnianych powinien spaść do 2030 r. w przybliżeniu o połowę. Obecnie oznacza to wymóg zmniejszania globalnych emisji o niemal 10% rocznie – tylko taka zmiana będzie wystarczająca, jeśli chcemy respektować granice planetarne.

Środowiskowa Krzywa Kuznetsa i *decoupling* były poddawane weryfikacji w wielu badaniach[5]. Na tej podstawie można stwierdzić, że hipoteza ta sprawdza się głównie w odniesieniu do zanieczyszczeń odczuwanych lokalnie, np. smogu w miastach czy toksyn zrzucanych do rzek. Ponadto absolutne rozłączenie jest obserwowane przeważnie w skali regionów, czasem państw, a niezmiernie rzadko – w skali globalnej. Wreszcie rozłączenie obserwowane w zamożnych krajach i regionach jest często efektem przenoszenia zanieczyszczającej działalności poza granice, do obszarów o mniej restrykcyjnych regulacjach środowiskowych. Prześledźmy to na przykładzie emisji CO_2 w Wielkiej Brytanii (ryc. 4). W latach 1990–2007 emisje obliczone na podstawie produkcji w granicach kraju (krzywa CO_2 produkcja) spadły o 50%, ale rosnąca konsumpcja importowanych dóbr przełożyła się na wzrost łącznych emisji spowodowanych przez mieszkańców kraju (krzywa CO_2 konsumpcja) o 90%. Dopiero po 2008 r. obserwujemy spadek także w tym drugim, bardziej miarodajnym wskaźniku. Według najnowszych danych Wielka Brytania jest jednym z zaledwie 11 zamożnych państw, którym udało się osiągnąć absolutne rozłączenie emisji CO_2 od wzrostu PKB (Vogel i Hickel, 2023). Tempo spadku zanotowanego w tych krajach jest jednak 10-krotnie za wolne, aby wywiązały się one z zobowiązań wynikających z Porozumienia Paryskiego, przy założeniu utrzymania wzrostu gospodarczego.

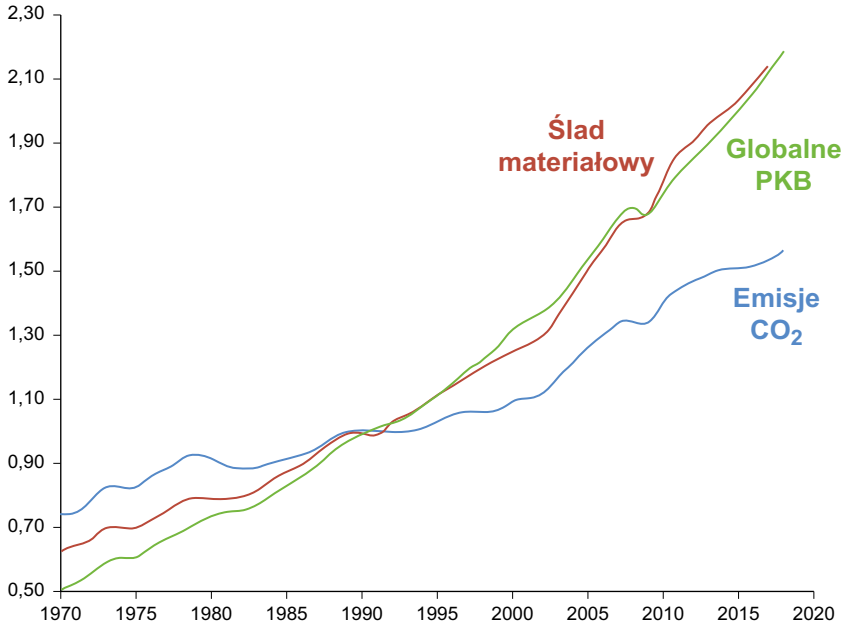
Widząc, jak żmudne, rzadko spotykane (na szczeblu państw) i wciąż dalece niewystarczające jest rozłączenie (*decoupling*) w odniesieniu do emisji CO_2, przypomnijmy, że mówimy zaledwie o jednej z dziewięciu granic planetarnych… Jeśli spojrzymy na zbiorczy wskaźnik antropogenicznego oddziaływania na środowisko, mierzący całkowitą ilość surowców naturalnych wykorzystywanych do produkcji (ślad materiałowy, *material footprint*), okazuje się, że nie możemy mówić nawet o relatywnym rozłączeniu (ryc. 5). Im więcej wzrostu gospodarczego w skali globalnej, tym głębiej grzęźniemy w kryzysie planetarnym.

[5] Polecam dwie publikacje przeglądowe: (1) Haberl i in., 2020 oraz (2) Parrique i in., 2019.



Uwaga: CO_2 BAU oznacza ścieżkę zmian emisji zgodną ze scenariuszem „biznes-jak-zwykle".

Rycina 4. Dynamika emisji CO_2 w Wielkiej Brytanii, lata 1990–2017
Źródło: Hausfather, 2019.



Rycina 5. Globalna dynamika zmian głównych wskaźników ekonomicznych i środowiskowych, 1970–2018 (1990 = 1)
Źródło: Wiedmann i in., 2020.

Bliższe spojrzenie na kwestię (domniemanej) Środowiskowej Krzywej Kuznetsa i rozłączenia ukazuje nam sprzeczność zawartą w Celach Zrównoważonego Rozwoju. Z jednej strony Cel 8 mówi o dalszym wzroście gospodarczym, z drugiej – Cele 13, 14 i 15 obiecują skuteczne działania na rzecz ochrony klimatu, życia pod wodą i na lądzie. Faktycznie obserwowane trendy pokazują, że połączenie tych dwu procesów – wzrostu gospodarczego i ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko – jest bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe.

Podsumowując, zrównoważony rozwój pojawił się niemal 40 lat temu jako obietnica połączenia celów środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Po kilku dekadach problemy środowiskowe jeszcze się pogłębiły i nie ma już wątpliwości, że żyjemy w czasach kryzysu planetarnego. Po niemal 10 latach od przyjęcia globalnych Celów Zrównoważonego Rozwoju widać, że potrzebna jest zmiana ścieżki. Zaproponowany model okazał się nieskuteczny, m.in. ze względu na zwrot w kierunku postpolityki, reprodukowanie szkodliwej narracji Rozwoju oraz podtrzymywanie – nieopartej na danych – wiary w „zielony" wzrost. Na horyzoncie rysują się dwie inspirujące i jednocześnie bardzo odmienne propozycje – ekomodernizm oraz dewzrost. Nie mamy gwarancji, że zaprowadzą nas one do celu, ale na pewno pomogą na nowo otworzyć debatę o przyszłości, wychodząc poza pesymizm i w kierunku utraconego myślenia utopijnego.

4. Ekomodernizm: technologia nas wybawi

U źródeł ekomodernizmu leży krytyka modelu ochrony środowiska nastawionego na wyrzeczenia, chęć zbudowania alternatywnej, atrakcyjnej opowieści, która pozwoli obudzić optymizm i zmierzyć się z wyzwaniem kryzysu klimatyczno-ekologicznego (Shellenberger i Nordhaus, 2009). Głównym narzędziem poradzenia sobie z kryzysem ma być innowacyjna technologia, czyli materializacja ludzkiego geniuszu. To właśnie ta wyjątkowa umiejętność, twierdzą zwolennicy ekomodernizmu, wielokrotnie w przeszłości pozwalała ludzkości uniknąć nadciągającej katastrofy. Ekomoderniści są więc techno-optymistami, starającymi się przywrócić wiarę w postęp i ludzką sprawczość. Współczesny kryzys klimatyczno-ekologiczny różni się w ich ocenie od przeszłych problemów jedynie skalą wyzwania – nie ma tu różnicy jakościowej. Dlatego warto odwołać się do sprawdzonego schematu i dążyć do opracowania i wdrożenia innowacji o przełomowym charakterze.

Wizja ekomodernizmu najpełniej została wyrażona w *Manifeście Ekomodernistycznym* (Asafu-Adjaye i in., 2015). Dokument rozpoczyna się od spojrzenia w przeszłość, na okres 200 lat niesamowitego postępu społecznego, któremu towarzyszyła jednak degradacja środowiska. Wyrazem postępu była zmniejszająca się zależność od warunków środowiska, napędzana rozwojem technologii i rosnącą efektywnością wykorzystania zasobów. Mniejsza zależność od środowiska pociąga za sobą spadek antropopresji. Innymi słowy, rozwój technologii i rosnąca zamożność prowadzą do zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko. Brzmi znajomo, prawda? To powtórzenie hipotezy Środowiskowej Krzywej Kuznetsa, o której pisaliśmy w poprzedniej części rozdziału.

Ekomoderniści patrzą w przyszłość z optymizmem. Faktycznie, mamy do czynienia z kryzysem, ale według ich oceny nie możemy mówić o absolutnych, biofizycznych granicach dla rozwoju cywilizacji. Istnieją tylko zagrożenia, z którymi trzeba się zmierzyć, od lokalnych problemów, jak zanieczyszczenie powietrza, po globalne i długoterminowe wyzwania, jak ocieplający się klimat czy zakwaszenie oceanów. Kluczem do podtrzymania rozwoju są gęstość energetyczna, intensyfikacja i efektywność – wszystkie zapewniane dzięki odpowiedniej technologii, napędzanej przez innowacje, badania i rozwój. W przypadku dostępu do energii fundamentalne znaczenie ma energetyka atomowa, jako technologia szczególnie „gęsta", tj. wymagająca niewielkiego wkładu surowcowego i zajmująca niewiele przestrzeni w przeliczeniu na jednostkę wytwarzanej energii. Intensyfikacja jest z kolei szczególnie istotna w obszarze produkcji żywności oraz osadnictwa. Im większy będzie plon z hektara lub im więcej ludzi zamieszka na kilometrze kwadratowym miasta, tym więcej przestrzeni będzie można zostawić dla dzikiej przyrody. To podejście znane jako *land sparing*, czyli rozdzielanie przestrzeni wykorzystywanej przez ludzi i tej pozostawionej na cele przyrodnicze, jest przeciwstawiane modelowi *land sharing*, czyli przemieszania funkcji. W zgodzie z zasadą rozdzielania przestrzeni miasta powinny być gęsto zabudowane i pozbawione rozlanych przedmieść, a rolnictwo powinno wykorzystywać wszelkie dostępne technologie, by zmaksymalizować produktywność (Lin i Fuller, 2013). Z kolei rosnąca efektywność wykorzystania zasobów ma doprowadzić do absolutnego rozłączenia (*decoupling*) rosnącej zamożności z zużyciem materiałów czy emisjami szkodliwych substancji. Jak taki świat mógłby wyglądać w praktyce? Wskazówką niech będzie fotografia zamieszczona na stronie internetowej, na której opublikowany został *Manifest Ekomodernistyczny*

(ryc. 6). Przyjrzyj się zdjęciu i zastanów, jak taka wizja oddziałuje na Ciebie?



Rycina 6. Zdjęcie ilustrujące *Manifest Ekomodernistyczny*
Źródło: Asafu-Adjaye i in., 2015.

Tak duża rola przypisywana efektywności w *Manifeście Ekomodernistycznym* budzi jednak wątpliwości. Już w XIX w. znany ekonomista William Stanley Jevons zwrócił uwagę na pewien problem, nazwany później od jego nazwiska Paradoksem Jevonsa. Mianowicie postęp technologiczny, który zwiększył efektywność wykorzystania węgla, doprowadził do wzrostu bezwzględnego zużycia tego surowca. Jak to możliwe? Przenieśmy to na bardziej współczesny grunt motoryzacji i zużycia paliwa. Przyjmijmy, że rodzina Kowalskich ma jeden samochód, który spala 8 litrów benzyny na 100 kilometrów i którym podróżuje średnio 1000 kilometrów miesięcznie. Miesięczne zużycie paliwa to 80 litrów, co przy obecnych cenach przekłada się na koszt około 520 złotych. Załóżmy teraz, że Kowalscy wymieniają auto na hybrydę, która zużywa średnio 4 litry paliwa na 100 kilometrów. Zwolennicy efektywności niewątpliwie przyklasną tej zmianie, odnotowujemy bowiem aż dwukrotną poprawę. Praktyka będzie jednak często wyglądać mniej optymistycznie. Po pierwsze, skoro podróż samochodem jest tańsza, to łatwo o zwiększenie pokonywanych dystansów. Jeśli Kowalscy dołożą jedną wycieczkę nad morze lub w góry w miesiącu, to faktyczne zużycie paliwa może wzrosnąć. Nawet jeśli trasa pokonywana samochodem

się nie zmieni, to społeczeństwo konsumpcyjne, w którym żyjemy, zachęca nas do tego, żeby zaoszczędzone pieniądze wydać na coś innego. A to coś może mieć jeszcze wyższy ślad ekologiczny. Kowalscy w skali roku oszczędzają ponad 3000 złotych dzięki efektywniejszemu samochodowi – może zechcą wydać to na samolotowy wypad gdzieś za granicę? Oba te mechanizmy, tj. większe wykorzystanie efektywniejszej maszyny lub przekierowanie zaoszczędzonych środków na równie lub bardziej zasobochłonną konsumpcję, niwelują środowiskowe korzyści ze strategii opartej na efektywnych technologiach.

Przyjrzyjmy się teraz temu, jak kształtuje się stanowisko ekomodernizmu wobec nasilającego się kryzysu klimatycznego. Być może w momencie publikacji *Manifestu Ekomodernistycznego*, w 2015 r., perspektywa katastrofy wydawała się autorom odległa. W minionej dekadzie to się jednak zmieniło i trudno już wiarygodnie podtrzymywać, że ścieżka intensyfikacji i efektywności jest wystarczająca do tego, by zmierzyć się z kryzysem. Stąd coraz większy nacisk kładziony przez ekomodernistów na poszukiwanie przełomowych innowacji technologicznych, które odwrócą niekorzystną trajektorię. To przede wszystkim rozwiązania z pola (1) geoinżynierii słonecznej oraz (2) wychwytu gazów cieplarnianych, nazywane też negatywnymi emisjami. W ramach tej pierwszej kategorii mieszczą się różne pomysły na zarządzanie bilansem energetycznym Ziemi w celu ograniczenia skali efektu cieplarnianego, m.in. poprzez odbijanie części promieniowania słonecznego przez wielkie zwierciadła umieszczone na orbicie planetarnej czy rozpylanie w atmosferze substancji chemicznych, które zmniejszą dopływ ciepła słonecznego do powierzchni Ziemi. Warto podkreślić, że pomysły geoinżynieryjne pociągają za sobą bardzo duże ryzyko, nie jesteśmy bowiem w stanie przewidzieć, jak zachowa się złożony ekosystem Ziemi w reakcji na tak znaczącą ingerencję ani jakie będą konsekwencje społeczno-polityczne podjęcia takiego działania[6]. Technologie wychwytu gazów cieplarnianych budzą mniej kontrowersji, są bowiem możliwe do skalowania – w ich przypadku można zacząć od niewielkich projektów, które będą na bieżąco monitorowane i stopniowo rozwijane. Mówi się tu o kilku rodzajach nowych technologii, m.in. zatłaczaniu gazów cieplarnianych

[6] Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej o możliwościach i zagrożeniach związanych z geoinżynierią słoneczną, to polecam lekturę powieści *The Ministry for the Future* autorstwa Kima Stanleya Robinsona (2020). Co prawda, to książka z gatunku *science fiction*, ale usytuowana w nieodległej przyszłości i podparta solidną wiedzą naukową.

wydobywających się z komina do podziemnych wyrobisk pozostałych po wydobyciu kopalin czy o bezpośrednim wychwycie CO_2 z powietrza i przetwarzaniu go na skały. Co istotne, negatywne emisje są uwzględnianie w większości scenariuszy IPCC jako mechanizm umożliwiający osiągnięcie celów klimatycznych. Jak na tak dużą nadzieję pokładaną w tych rozwiązaniach, mamy wciąż mało dowodów na ich skuteczność w wielkiej skali[7].

Ekomoderniści stawiają na optymizm w czasach bezsilności i fatalizmu. Chcą przywrócić pozytywny obraz postępu, przypominając i celebrując jego dotychczasowe osiągnięcia. Kładą nacisk na innowacje technologiczne, które pozwolą zmniejszyć negatywny wpływ na środowisko lub odwrócić już zaistniałe konsekwencje. Wierzą w siłę technologii i kreatywność wynalazców, które pozwolą wydobyć się z kryzysu. Jednocześnie zdają się nie doceniać zagrożeń płynących z kontynuacji dotychczasowej ścieżki rozwoju oraz z pokładania zbyt dużej nadziei w technologii. Czy to oznacza, że optymizm ekomodernistów jest nieuzasadniony? Czy wizja przełamania kryzysu planetarnego za sprawą cudownych technologii jest naiwna? Czy w błędzie jest Bill Gates (2021), twórca Microsoftu, którego podejście do kryzysu klimatycznego współbrzmi z ekomodernizmem? Odpowiedź pozostawiam Tobie, Czytelniku i Czytelniczko. Na koniec tego podsumowania przytoczę jeszcze zdanie przywołanego przed chwilą miliardera, który stwierdził, że myśli bardziej jak inżynier, niż jak specjalista od nauk politycznych.

5. Dewzrost: wyobraźmy sobie przyszłość bez wzrostu

Inne podejście do myślenia o przyszłości proponuje dewzrost[8]. Tu punktem wyjścia jest krytyka dogmatu wzrostu obejmującego nie tylko domyślny cel rozwoju gospodarczego, ale kolonizującego także sferę polityki, relacji międzyludzkich, sposobów myślenia i wiele innych. Dewzrost jest wezwaniem do namysłu nad przyszłością, która nie będzie po prostu kontynuacją teraźniejszości, opartą na jeszcze większym wzroście.

Przyjrzyjmy się więc historii wzrostu gospodarczego, temu, jak powstała ta koncepcja i czemu zyskała tak kluczowy status, wykraczający daleko

[7] Więcej informacji na ten temat znajdziesz w artykule przeglądowym: Minx i in., 2018.

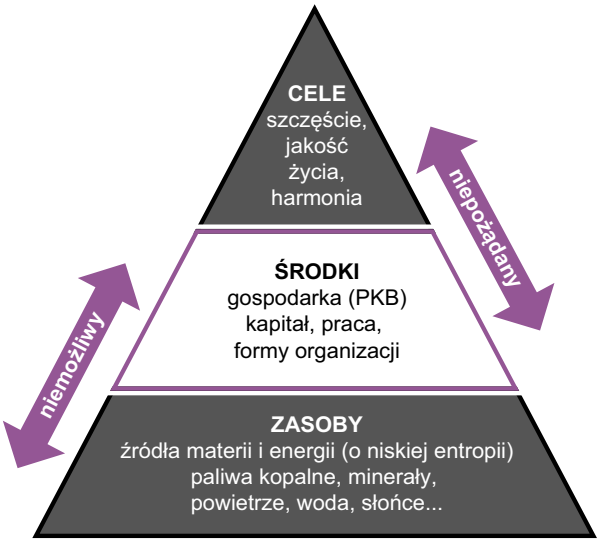
[8] To bezpośrednie tłumaczenie angielskiego *degrowth*. Trwa debata, jak należy przełożyć ten termin na język polski. Przeczytasz o niej więcej w artykule: Czepkiewicz i in., 2020.

poza sferę ekonomii. Po pierwsze, wzrost to dość nowy wynalazek. Historyczne dane zgromadzone przez badaczy pokazują, że do początku XIX w. PKB na głowę mieszkańca było w zasadzie stałe, niezależnie od części globu (Bolt i Luiten van Zanden, 2020). Prawdziwy skok zaczął się dopiero około 200 lat temu, w uprzemysławiających się krajach Globalnej Północy. Motorem wzrostu stał się dostęp do taniej i skoncentrowanej energii paliw kopalnych. Przypomnijmy, że wartość energetyczna litra ropy to 10 kWh, czyli około 10-krotnie więcej niż dzienna energia człowieka dostępna na wykonanie użytecznej pracy. Sam wskaźnik PKB został opracowany w latach 30. XX w. przez ekonomistę Simona Kuznetsa[9]. Celem było dostarczenie decydentom miernika, który pozwoli ocenić ogólną wielkość produkcji w gospodarce kraju i sygnalizować etap cyklu gospodarczego, co było szczególnie ważne w dobie wychodzenia z Wielkiego Kryzysu. W okresie powojennym wskaźnik PKB upowszechnił się na całym świecie jako generalna miara dobrobytu i siły państwa, stając się istotnym elementem polityki krajowej i międzynarodowej. Niemal trzy dekady nieprzerwanego wzrostu w krajach Zachodu umocniły przekonanie, że kilkuprocentowy wzrost PKB jest czymś naturalnym i że ma wiele pozytywnych konsekwencji, m.in. spadek bezrobocia. Maksymalizacja wzrostu gospodarczego stała się oczywistością, niepodważalnym celem rozwoju, dogmatem w polityce, zasadą organizującą funkcjonowanie gospodarek i społeczeństw. Jednocześnie systemowe uzależnienie od wzrostu spowodowało, że jego brak zaczął oznaczać katastrofę – bezrobocie, pauperyzację czy konflikty.

Krytyka dogmatu wzrostu to obszerny temat, opisywany już od końca lat 60. XX w.[10]. Tu przedstawimy ją w syntetycznym ujęciu, odwołując się do koncepcji trójkąta rozwoju Hermana Daly'ego (ryc. 7). U podstawy trójkąta znajdują się zasoby, które możemy wykorzystać do osiągnięcia społecznie istotnych celów. To źródła materii i energii dostępne na naszej planecie, w tym m.in.: paliwa kopalne, minerały, woda, promieniowanie słoneczne. Na szczycie trójkąta znajdują się wspomniane już cele, czyli uznane społecznie wartości i dążenia, takie jak: szczęście, poczucie harmonii, wysoka jakość życia. Pomiędzy zasobami i celami znajdują się środki, czyli narzędzia pozwalające przełożyć materiały i energię na społecznie cenione

[9] Tak, to ten Kuznets, którego nazwisko wymienione jest w omawianej wcześniej hipotezie Środowiskowej Krzywej Kuznetsa. Co ciekawe, sam Kuznets nie jest autorem tej hipotezy i mam wątpliwości, czy by się z nią zgodził.

[10] Pierwsza głośna krytyka wzrostu gospodarczego to praca: Mishan, 1967.



Rycina 7. Trójkąt rozwoju Daly'ego
Źródło: opracowanie własne na podstawie Daly, 1973.

wartości – to właśnie miejsce i rola systemu gospodarczego. W tym modelu celem rozwoju jest maksymalizacja wartości znajdujących się na szczycie trójkąta, realizowana jak najmniejszym kosztem zasobów leżących u jego podstawy. Zadaniem gospodarki jest zatem efektywne przekładanie zasobów na cele. Miara PKB, traktowana powszechnie jako wskaźnik rozwoju, mierzy jedynie rozmiar narzędzia, a nie jego efektywność. Co szczególnie istotne dla dewzrostu – po przekroczeniu pewnego pułapu dalszy wzrost gospodarczy staje się (1) niemożliwy oraz (2) niepożądany. Niemożliwy – ponieważ żyjemy na planecie o skończonych zasobach. Źródła surowców i paliw kopalnych się wyczerpują, a 100-proc. recykling materiałów lub odtworzenie zasobów rozproszonej energii nie są możliwe (Georgescu-Roegen, 1970). Niepożądany – ponieważ (po przekroczeniu pewnego progu dochodu) nie przekłada się na poprawę dobrostanu, prowadząc m.in. do utowarowienia relacji społecznych, wzrostu tempa życia czy rosnącego stresu (Easterlin, 1974). Wychodząc ze stwierdzenia, że dalszy wzrost w już zamożnych krajach jest niemożliwy i niepożądany, dochodzimy do wniosku, że era wzrostu na Globalnej Północy nieuchronnie dobiega końca. Pojawia się zatem pytanie, czy doświadczymy braku wzrostu jako pogłębiającego się kryzysu obecnego systemu, czy jako zaplanowanego i przemyślanego procesu transformacji do nowego systemu? Dewzrost jest propozycją przejścia do nowego systemu, niezogniskowanego wokół wzrostu. Zgodnie z definicją

miałby to być demokratycznie zorganizowany proces zmniejszenia skali produkcji i konsumpcji w krajach Globalnej Północy jako sposób na zapewnienie trwałości środowiska naturalnego, sprawiedliwości społecznej i dobrobytu (Demaria i in., 2013). W myśleniu o nowym systemie dewzrost łączy dorobek wielu nurtów badawczych i aktywistycznych. Tu wymienię tylko kilka: za ekonomią ekologiczną dewzrost zwraca uwagę na respektowanie środowiskowych granic wzrostu, za antropologią – podważa założenia dotyczące natury ludzkiej wyrażone w modelu *homo oeconomicus*[11], za nurtem sprawiedliwości ekologicznej – podnosi problematykę nierównej dystrybucji kosztów środowiskowych, za ekonomią feministyczną – przypomina o wadze wykonywanej głównie przez kobiety nieodpłatnej pracy opiekuńczej, nieuwzględnianej we wskaźniku PKB. Podsumowując, propozycja dewzrostowa ma trzy główne wymiary:

1) ekologiczno-ekonomiczny: obniżenie zużycia zasobów do społecznie zdefiniowanego poziomu nieprzekraczającego ograniczeń planety;
2) społeczno-polityczny: sprawiedliwość społeczna, zarówno w wymiarze globalnym (Globalna Północ – Globalne Południe), jak i wewnątrzkrajowym;
3) kulturowy: dbałość o wysoką jakość życia, odnowa wspólnotowości i demokracji.

Jakimi ścieżkami osiągnąć tę zmianę? Dwie najczęściej omawiane w dewzroście strategie to radykalny reformizm oraz budowa *nowtopii*, czyli oddolnych inicjatyw urzeczywistniających utopijne myślenie w teraźniejszości. Radykalny reformizm to propozycja wdrożenia takich zmian prawnych, które podważą *status quo* związany z dogmatem wzrostu. Najczęściej podnoszone propozycje to: skrócenie czasu pracy (np. do 30 godzin tygodniowo), zakaz reklamy, wprowadzenie pakietu bezpłatnych usług publicznych, ustanowienie maksymalnego pułapu dochodu (np. jako 10-krotność dochodu minimalnego). Reformy te mają doprowadzić do wyswobodzenia się z wzajemnie napędzającego się sprzężenia pracy i konsumpcji. Mniej czasu poświęconego odpłatnej pracy (przy niezmienionym wynagrodzeniu), to więcej czasu na zadbanie o relacje, na rozwój własnych zainteresowań, na pracę na rzecz wspólnoty. Zakaz reklamy to mniej środków

[11] Czyli racjonalnej jednostki maksymalizującej swoje indywidualne korzyści poprzez nabywanie dóbr dostępnych na rynku.

kierowanych na manipulację ludzką psychiką służącą zwiększeniu konsumpcji i pobudzającą niemożliwe do zaspokojenia pragnienia. Bezpłatne usługi publiczne to wyłączenie środków zaspokajania podstawowych potrzeb – takich jak opieka zdrowotna, edukacja czy dach nad głową – z logiki rynkowej. Wreszcie maksymalny pułap dochodu to ograniczenie nierówności i przystopowanie luksusowej konsumpcji, służącej głównie budowaniu statusu. *Nowtopie* nie wymagają zmian prawnych, a jedynie kreatywności i zapału ludzi je tworzących. Mogą to być np. ogrody społeczne, banki czasu czy kooperatywy spożywcze. Te niszowe rozwiązania mają dwojaki cel. Po pierwsze, to możliwość wspólnego praktykowania alternatywy, oparcia swoich działań na odmiennych od świata wzrostu wartościach. Po drugie, to wyzwanie rzucone *status quo*, pokazujące, że alternatywa jest możliwa i unaoczniające negatywne cechy rozwiązań dominujących, np. przemysłowej produkcji żywności.

Jak wyobrazić sobie świat urządzony według dewzrostowych zasad? Może jakąś pomocą byłaby ilustracja, zamieszczona na okładce książki kładącej podwaliny pod ten rozrastający się nurt badawczy i aktywistyczny, tj. *Degrowth: A Vocabulary for a New Era* (D'Alisa, Demaria i Kallis, 2014)[12]. Przedstawia ona grupki ludzi w różnym wieku spędzających czas w terenie zielonym, zajmujących się wspólnie ogrodem, naprawą roweru, piknikujących, tańczących, grających w piłkę czy siedzących przy ognisku.

Dewzrost stara się zarysować utopię, która nie jest ufundowana na zaawansowanych technologiach przyszłości, ale nie jest też powrotem do przeszłości. To ruch na rzecz lepszego życia zbudowany wokół haseł o umiarze, o dobrowolnym wyhamowaniu tempa, o respektowaniu granic, o czasie na budowanie relacji. Czy taka wizja ma polityczny potencjał, który można przekuć w realne zmiany na dużą skalę? Dewzrost jako rozpoznawalna koncepcja pojawił się na arenie międzynarodowej w 2008 r. Czy przez te kilkanaście lat zdołał wpłynąć na nasz sposób myślenia o przyszłości? A jak ta wizja oddziałuje na Ciebie?

6. Zrównoważony rozwój i co dalej?

Rozdział ten rozpocząłem od zwrócenia uwagi na narastający w obliczu kryzysu planetarnego pesymizm. Obietnica zrównoważonego rozwoju nie

[12] W sieci dostępne jest polskie tłumaczenie tej książki pod tytułem *Dewzrost: Słownik nowej ery*.

jest w stanie przełamać tej fatalistycznej postawy. Mimo że idea ta zakorzeniła się na dobre w polityce, nie zdołała odwrócić niekorzystnych trendów. Być może to nie czas na optymizm, kiedy kryzys planetarny się pogłębia. Zarazem Rebecca Solnit (2019) w swojej głośnej książce przypomina nam, że dopóki przyszłość jest niepewna, dopóty nadzieja pozostaje żywa. Warto zatem poszukać podbudowy pod nadzieję, czyli opowieści krytycznie analizującej teraźniejszość i jednocześnie zarysowującej inspirujący horyzont możliwości. Ekomodernizm upatruje nadziei w technologii – tyle razy uratowała ona ludzkie społeczności przed katastrofą, że teraz także powinniśmy na niej polegać. Dewzrost podsuwa inne rozwiązanie. Skoro era wzrostu na Globalnej Północy się kończy, to stwórzmy nowy świat, ufundowany na innych wartościach: umiar zamiast zachłanności, relacje zamiast utowarowienia, demokracja zamiast postpolityki itd. Czy któraś z tych koncepcji zastąpi zrównoważony rozwój? A może wpłynie na jego odnowę i zmianę dotychczasowej, rozczarowującej praktyki? To także pytanie o ich atrakcyjność, o potencjał przełamania wzbierającego fatalizmu. Czy ekomodernizm lub dewzrost są w stanie tchnąć optymizm w Twoje myślenie o przyszłości?

Bibliografia

Literatura

Asafu-Adjaye J., Blomqvist L., Brand S., Brook B., DeFries R., Ellis E., … Teague P., 2015. *An Ecomodernist Manifesto*, www.ecomodernism.org (dostęp: 6.02.2025 r.).

Bolt J., Luiten van Zanden J., 2020. *Maddison style estimates of the evolution of the world economy. A new 2020 update*, Maddison Project Database.

Czepkiewicz M., Morawski P., Parfianowicz W., Rok J., Skrzypczyński R., 2020. *Jak rozmawiać o dewzroście i postwzroście*, „Czas Kultury", nr 3, s. 63–65.

D'Alisa G., Demaria F., Kallis G., 2014. *Degrowth: A Vocabulary for a New Era*, Routledge, New York–London.

Daly H.E., 1973. *Toward a Steady-State Economy*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Demaria F., Kothari A., Salleh A., Escobar A., Acosta A., 2023. *Post-development: From the critique of development to a pluriverse of alternatives*, w: S. Villamayor-Tomas, R. Muradian (red.), *The Barcelona School of Ecological Economics and Political Ecology: A Companion in Honour of Joan Martinez-Alier*, Springer International Publishing, Cham.

Demaria F., Schneider F., Sekulova F., Martinez-Alier J., 2013. *What is degrowth? From an activist slogan to a social movement*, „Environmental Values", vol. 22(2), s. 191–215, http://dx.doi.org/10.2307/23460978.

Easterlin R.A., 1974. *Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence*, Academic Press, New York.

Ehrlich P.R., 1968. *The Population Bomb*, Ballantine Books, New York.

Gates B., 2021. *How to Avoid a Climate Disaster. The Solutions We Have and the Breakthroughs We Need*, Alfred A. Knopf, New York.

Gdula M., 2008. *Wstęp*, w: C. Mouffe, *Polityczność. Przewodnik Krytyki Politycznej*, Krytyka Polityczna, Warszawa.

Georgescu-Roegen N., 1970. *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Economic Essays*, Pergamon Press, New York i in., rozdz. *The Entropy Law and the Economic Problem*, s. 53–60.

Haberl H., Wiedenhofer D., Virág D., Kalt G., Plank B., Brockway P., ... Creutzig F., 2020. *A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: Synthesizing the insights*, „Environmental Research Letters", vol. 15(6), 065003, http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ab842a.

Hornborg A., 2009. *Zero-sum world: Challenges in conceptualizing environmental load displacement and ecologically unequal exchange in the world-system*, „International Journal of Comparative Sociology", vol. 50(3–4), s. 237–262, http://dx.doi.org/10.1177/0020715209105141.

Khalfan A., Nilsson Lewis A., Aguilar C., Persson J., Lawson M., Dabi N., Acharya S., 2023. *Climate Equality: A Planet for the 99%*, Oxfam International, Oxford.

Lin B.B., Fuller R.A., 2013. *Sharing or sparing? How should we grow the world's cities?*, „Journal of Applied Ecology", vol. 50(5), s. 1161–1168, https://doi.org/10.1111/1365-2664.12118.

Maitland A., Lawson M., Stroot H., Poidatz A., Khalfan A., Dabi N., 2022. *Carbon Billionaires: The Investment Emissions of the World's Richest People*, Oxfam International, Oxford.

Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W., 1972. *The Limits to Growth*, Potomac Associates Book, New York.

Minx J., Lamb W.F., Callaghan M.W., Fuss S., Hilaire J., Creutzig F., … del Mar Zamora Dominguez M., 2018. *Negative Emissions – Part 1: Research landscape and Synthesis*, „Environmental Research Letters", vol. 13(6), 063001, http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b.

Mishan E., 1967. *The Cost of Economic Growth*, Staples Press, London.

Parrique T., Barth J., Briens F., Kerschner C., Kraus-Polk A., Kuokkanen A., Spangenberg J.H., 2019. *Decoupling debunked. Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*, European Environment Bureau, Brussels.

Richardson J., Steffen W., Lucht W., Bendtsen J., Cornell S.E., Donges J.F., … Rockström J., 2023. *Earth beyond six of nine Planetary Boundaries*, „Science Advances", vol. 9(37), https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458.

Robbins P., 2012. *Political Ecology. A Critical Introduction*, Wiley-Blackwell, Hoboken.

Robinson K.S., 2020. *The Ministry for the Future*, Orbit, New York.

Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E.F., … Foley J.A., 2009. *A safe operating space for humanity*, „Nature", vol. 461, s. 472–475, https://doi.org/10.1038/461472a.

Sachs J.D., Lafortune G., Fuller G., 2024. *The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024*, Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press.

Shellenberger M., Nordhaus T., 2009. *The death of environmentalism*, „Geopolitics, History, and International Relations", vol. 1(1), s. 121–163.

Solnit R., 2019. *Nadzieja w mroku. Nieznane opowieści, niebywałe możliwości*, Karakter, Kraków.

Swyngedouw E., 2009. *The post-political city*, „Urban Politics", vol. 11(5), s. 567–584,

Tansey R., Douo M., Sabido P., Petitjean O., Marchand C., Renaud J., 2019. *Big Oil and gas buying influence in Brussels. With money and meetings, subsidies and sponsorships, the oil and gas lobby is fuelling the climate disaster*, Corporate Europe Observatory.

Vogel J., Hickel J., 2023. *Is green growth happening? An empirical analysis of achieved versus Paris-compliant CO2–GDP decoupling in high-income countries*, „The Lancet Planetary Health", vol. 7(9), e759–e769, http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00174-2.

Wallerstein I., 1974. *The Modern World-System: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*, Academic Press, New York.

Wiedmann T., Lenzen M., Keyßer L.T., Steinberger J.K., 2020. *Scientists' warning on affluence*, „Nature Communications", vol. 11(1), s. 1–10, https://doi.org/10.1038/s41467-020-16941-y; https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database; http://www.globalcarbonatlas.org and https://data.worldbank.org.

World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.

Źródła internetowe

Hausfather Z., 2019. *Carbon Brief. Analysis: Why the UK's CO2 emissions have fallen 38% since 1990*, Renew Economy, 9.02.2019 r., www.carbonbrief.org/analysis-why-the-uks-co2-emissions-have-fallen-38-since-1990 ; https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database; http://www.globalcarbonatlas.org and https://data.worldbank.org (dostęp: 10.08.2024 r.).

NASA, 2024. *NASA Data Shows July 22 Was Earth's Hottest Day on Record*, 29.07.2024 r., www.nasa.gov/earth/nasa-data-shows-july-22-was-earths-hottest-day-on-record/ (dostęp: 10.08.2024 r.).

Queenan J., 2015. *From Insurgent to Blade Runner: why is the future on film always so grim?*, „The Guardian", 19.03.2015 r., www.theguardian.com/film/2015/mar/19/dystopian-films-blade-runner-insurgent-future-grim (dostęp: 10.08.2024 r.).

Stockholm Resilience Centre, Planetary boundaries, www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html (dostęp: 10.08.2024 r.).

UN, [2024]. Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development, *The 17 Goals*, https://sdgs.un.org/goals (dostęp: 10.08.2024 r.).

Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/ (dostęp: 10.08.2024 r.).



Noty o autorach

Agata Dziewulska, dr hab., prof. UW – profesor nauk o bezpieczeństwie na Uniwersytecie Warszawskim; absolwentka Uniwersytetu Warszawskiego i European University Institute. Habilitację odebrała w Akademii Obrony Narodowej. Nadzorowała wybory w Bośni i Hercegowinie z ramienia Organizacji Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie. Była ekspertem Rady Europy oraz *visiting professor* na uniwersytetach: La Sapienza w Rzymie, w Sienie, we Florencji, w Bolonii oraz na University College London. W badaniach koncentruje się na stabilizacji pokonfliktowej państw oraz na bezpieczeństwie w kontekście zrównoważonego rozwoju. Jej gra strategiczna „Peace by Piece" zdobyła Grand Prix „Serious Game Design Competition" International Simulation and Gaming Association ISAGA.

Maria Magdalena Kenig-Witkowska, prof. dr hab. – profesor nauk prawnych, profesor zwyczajny Uniwersytetu Warszawskiego, Wydział Prawa i Administracji. Autorka wielu prac z dziedziny międzynarodowego i europejskiego prawa środowiska. Ekspert i konsultant w zakresie prawa środowiska takich organizacji międzynarodowych, jak: UNEP, UNDP, ECA, EU, oraz instytucji rządowych i pozarządowych. Laureatka Nagrody im. Profesora Manfreda Lachsa oraz Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wybitne osiągnięcia naukowe. Członkini Group of Experts for the Global Pact for the Environment, a także Rady Programowej Fundacji ClientEarth oraz Komitetu Naukowego Koalicji Klimatycznej. *Visiting professor* na uniwersytetach w Europie, Afryce, Azji oraz USA.

Paweł Kozłowski, dr hab., prof. UW – socjolog i ekonomista, profesor w Centrum Europejskim Uniwersytetu Warszawskiego; były dyrektor ds. naukowych Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk. Jest członkiem prezydium Komitetu Prognoz PAN. Zajmuje się współczesnymi systemami społeczno-gospodarczymi i związkami gospodarki i społeczeństw z ideami.

Beata Krasnodębska-Ostręga, prof. dr hab. – profesor doktor habilitowany chemii; od 1992 r. związana z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie obecnie kieruje Laboratorium Chemii Analitycznej Stosowanej. Zajmuje się wykorzystaniem chemii analitycznej w badaniu i ochronie środowiska. Stosuje techniki rozdzielania, spektralne i elektrochemiczne do określania zawartości form chemicznych wybranych pierwiastków na poziomie bliskim naturalnych, jak i ksenobiotycznych w wodach, owadach, roślinach, osadach i glebach. Szczególnie interesuje się analizą specjacyjną technologicznie krytycznych pierwiastków z uwzględnieniem form metalicznych. Bada wpływ aktu pobrania i przygotowania próbki przed oznaczeniami na wynik analizy specjacyjnej. Największe osiągnięcia to wykrycie obecności talu na trzecim stopniu utlenienia w gorczycy uprawianej w obecności talu, opracowanie metody i wskazanie bioakumulacji nanocząstek Pd, Pt i Rh przez rośliny oraz opracowanie fotokatalitycznej degradacji matrycy organicznej przed analizą specjacyjną As i Tl. Obecnie pracuje nad rozdzielaniem form specjacyjnych As, Tl, Cr i Te bez utrwalania chemicznego na miejscu pobierania próbek, który to proces może być wykorzystany w nowoczesnym, wielowymiarowym monitoringu środowiska wodnego z rozróżnienia form chemicznych o różnej toksyczności.

Ewa Krogulec, prof. dr hab. – hydrogeolog; absolwentka Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Kieruje zespołami badawczymi w ramach projektów krajowych i międzynarodowych oraz inicjatyw i działalności związanych z upowszechnianiem i wykorzystywaniem wyników badań naukowych. W swojej działalności naukowej była kierownikiem lub liderem ponad 40 projektów badawczych krajowych i międzynarodowych uzyskanych w drodze procedury konkursowej. Jej zainteresowania naukowe koncentrują się na: hydrogeologicznych badaniach metodycznych i regionalnych związanych z modelowaniem; ocenach podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia; ewaluacji wartości parametrów hydrogeologicznych; charakterystyce procesów i zjawisk hydrogeologicznych w kontekście analizy systemów hydrogeologicznych i zmian klimatycznych; ilościowej ocenie

stanów wód podziemnych w obserwacjach monitoringowych; identyfikacji zagrożeń wód związanych z górnictwem i urbanizacją; badaniach ekosystemów zależnych od wód podziemnych (GDEs), hydrogeologią regionalną oraz aspektami prawno-ekonomicznymi w poszukiwaniu, eksploatacji i użytkowaniu wód podziemnych. Jest autorką lub współautorką kilkuset publikacji naukowych w prestiżowych periodykach polskich i zagranicznych, m.in.: „Hydrogeology Journal", „Episodes. Journal of International Geoscience", „Acta Geologica Polonica", „Applied Sciences", „Hydrology Research", „International Environmental Agreements", a także kilkunastu podręczników akademickich, 70 arkuszy map geośrodowiskowych i hydrogeologicznych; jest również redaktorką wielu zbiorowych prac naukowych.

Szymon P. Malinowski, prof. dr hab. – profesor nauk o Ziemi, członek korespondent PAN, dyrektor Instytutu Geofizyki UW, przewodniczący zespołu doradczego ds. kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN. Specjalizuje się w fizyce chmur i opadów, turbulencji atmosferycznej oraz modelowaniu numerycznym procesów atmosferycznych. Współautor podręcznika *Nauka o klimacie*, popularyzator nauki oraz redaktor czasopism popularyzujących naukę.

Dorota Porowska, dr hab., prof. UW – hydrogeolog; absolwentka Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Jej zainteresowania badawcze dotyczą czynników wpływających na dynamikę wód podziemnych oraz analizy procesów kształtujących skład fizykochemiczny wód opadowych, powierzchniowych i podziemnych w warunkach naturalnych i przekształconych antropogenicznie. W ramach projektów badawczych zrealizowała cykl badań dotyczących genezy węgla w płytkich wodach podziemnych w warunkach naturalnych (park narodowy) i przekształconych przez człowieka (składowisko odpadów komunalnych). Poza zasadniczym nurtem badawczym jej zainteresowania dotyczą również aspektów ekologicznych: racjonalnego i zrównoważonego gospodarowania wodami podziemnymi i powierzchniowymi, wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii pochodzącej z gazu z łupków, wykorzystania biogazu ze składowisk odpadów organicznych oraz wykorzystania energii pochodzącej z wód termalnych. Jest autorką lub współautorką artykułów naukowych, monografii i opracowań kartograficznych, a także opinii i ekspertyz z zakresu hydrogeologii. Nauczyciel akademicki, promotor i recenzent wielu artykułów naukowych, prac licencjackich, inżynierskich i magisterskich. Prowadzi

zajęcia popularyzujące naukę, współuczestniczy w przygotowaniu festiwali naukowych, wykładów dla dzieci i młodzieży.

Jakub Rok, dr – doktor ekonomii, adiunkt w Centrum Europejskich Studiów Regionalnych i Lokalnych EUROREG Uniwersytetu Warszawskiego; interesuje się rozwojem zrównoważonym, sprawiedliwością środowiskową oraz dewzrostem. Członek sieci Dewzrost Polska, zarządu Fundacji Huba wspierającej progresywne ruchy społeczne oraz zarządu stowarzyszenia Regional Studies Association – Sekcja Polska. Współtworzył wiele oddolnych inicjatyw społecznych, w tym Obóz dla Puszczy, Inicjatywę Dzikie Karpaty oraz Kooperatywę Spożywczą Dobrze.

Jakub Sokołowski, dr – ekonomista; prowadzi badania nad transformacją energetyczną sektora mieszkaniowego, polityką klimatyczną i jej skutkami społecznymi, nierównościami i ubóstwem energetycznym.

Iwona S. Stachlewska, dr hab., prof. UW – ekspert w dziedzinie technologii pomiarów zdalnych, w szczególności dotyczących budowy i zastosowań lidarów w różnych gałęziach nauk atmosferycznych (aerozole, chmury) i oceanograficznych (aerozol morski). Przewodniczy Forum Naukowo-Technologicznemu ACTRIS-ERIC; kieruje wieloma projektami i usługami badawczymi finansowanymi przez NCN, KE, ESA, ECMWF.

Dominika Szczepanik, dr – prowadzi badania lidarowe własności optycznych pyłu pustynnego przy zastosowaniu manualnych i automatycznych metod analizy danych, z naciskiem na aspekty klimatologiczne i interpretacje wyników modelowania. Koordynuje pomiary długoterminowe na stacji lidarowej EARLINET w Warszawie.

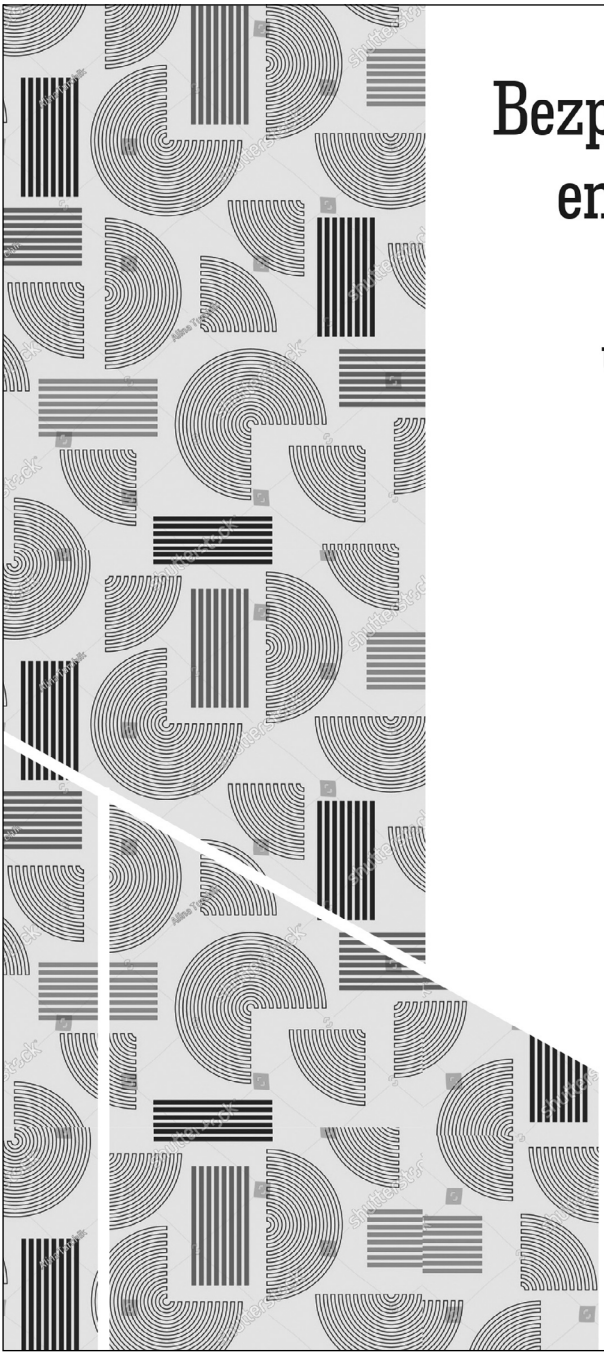
Marcin Zych, prof. dr hab. – botanik-ekolog roślin, biolog ewolucyjny, popularyzator nauki, studia na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego i w School of Biological Sciences, University of Wales, UK. Naukowo zajmuje się ewolucją strategii reprodukcyjnych roślin, ekologicznymi relacjami rośliny–zwierzęta–mikroorganizmy, biologią konserwatorską. Członek Państwowej Rady Ochrony Przyrody i Komitetu Biologii Organizmalnej PAN, laureat Medalu im. prof. Władysława Szafera przyznawanego przez Polskie Towarzystwo Botaniczne za wybitne osiągnięcia naukowe. Profesor na Wydziale Biologii UW, od 2019 r. kieruje Ogrodem Botanicznym UW.

SUSZA

zjawisko
konteksty
ramy prawne

redakcja naukowa
Ewa Krogulec
Agata Dziewulska

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Smyczkowa 5/7, 02-678 Warszawa
tel. 22 55 31 333
www.wuw.pl



Bezpieczeństwo energetyczne Polski

uwarunkowania zasoby perspektywy

redakcja naukowa
Agata Dziewulska
Ewa Krogulec

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Smyczkowa 5/7, 02-678 Warszawa
tel. 22 55 31 333
www.wuw.pl

PLATFORMA
ZIELONEGO
DIALOGU

Multidyscyplinarna monografia składająca się z jedenastu tekstów poświęconych problematyce zrównoważonego rozwoju. Autorzy – naukowcy z Uniwersytetu Warszawskiego – są ekspertami w dziedzinach: fizyki, biologii, chemii, geologii, ekonomii, socjologii, prawa, geografii, gospodarki przestrzennej i nauk o bezpieczeństwie. Kierują swoją uwagę na koncepcję zrównoważonego rozwoju oraz możliwości jej praktycznego zastosowania i w tym kontekście interpretują takie mechanizmy gospodarcze i społeczne w skali świata, jak: możliwość wyżywienia ludzkości, uregulowanie użytkowania wód, zanieczyszczenia środowiskowe i odpowiednie regulacje prawne. Zastanawiają się nad możliwością przeprowadzenia sprawiedliwej zielonej transformacji w Unii Europejskiej i budowaniem bezpieczeństwa klimatycznego, a także nad realnymi alternatywami dla zrównoważonego rozwoju jako zasady regulacji świata. Jest to trzecia publikacja w serii mającej na celu popularyzowanie dorobku nauki, ukazującej się pod auspicjami Platformy Zielonego Dialogu Uniwersytetu Warszawskiego.

Publikacja rzuca nieco oryginalnego światła na rozumienie pojęcia „rozwój zrównoważony". Mówi się o nim od lat, traktuje się go jako ważny, a nawet rozstrzygający o jakości życia w nieodległej przyszłości. Środowisko Uniwersytetu Warszawskiego przygotowało publikację wartościową, która powinna być czytana, niekoniecznie w całości, przez wielu odbiorców.

z recenzji prof. dr. hab. Leszka Jasińskiego

Materiał adresowany jest do szerokiego grona potencjalnych Czytelników o różnym poziomie wykształcenia i różnych zainteresowaniach. Publikacja może być przydatna dla pracowników naukowych, doktorantów i studentów wielu kierunków studiów.

z recenzji
prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Kundzewicza

www.wuw.pl