

JAK DZIAŁAJĄ EKOSYSTEMY, A JAK DZIAŁA SYSTEM ENERGETYCZNY

prof. dr hab. Piotr Skubała

Wstęp

Żyjemy w czasach szczególnych, gdy populacja ludzka wciąż dynamicznie rośnie, wzrost gospodarczy dotyczy coraz większej liczby mieszkańców globu. Przemiany cywilizacyjne są powodem dumy i zadowolenia dla wielu. Człowiek przekształca powierzchnię Ziemi na niespotykaną dotąd skalę. Jednak cena jaką może nam przyjść zapłacić za nieustannie rosnącą presję na energię, glebę, wodę, lasy, zwierzęta, może być bardzo wysoka.

W 2017 roku na łamach prestiżowego czasopisma „*Bioscience*” ukazał się apel naukowców do ludzkości (*World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice*). Ostrzeżenie zostało sygnowane przez 15 364 przedstawicieli świata nauki ze 184 krajów. Stanowi swoistą przestrożę przed negatywnymi konsekwencjami działań ludzi. **Przesłanie jest mocne i wyraziste: nasz wpływ na biosferę jest destrukcyjny i zagraża nie tylko przyrodzie, ale również ludziom.** Naukowcy apelowali do wszystkich ludzi, a także przywódców o podjęcie działań zmierzających do odwrócenia tych negatywnych trendów. Sygnatariusze listu przyznają, że zarówno środowisko naukowe, politycy, media, biznes, jak i wszyscy ludzie nie robią wystarczająco dużo, by walczyć o swoją planetę. Jeśli to się nie zmieni, czeka nas katastrofalna utrata różnorodności biologicznej i niezliczone ludzkie cierpienia (Ripple et al. 2017).

Dwa lata później ukazuje się kolejne ostrzeżenie naukowców, tym razem pt. „*World Scientists' Warning of a Climate Emergency*”, w którym naukowcy stwierdzają, że nasza planeta stoi w obliczu zagrożenia klimatycznego. **Podkreślają, że kryzys klimatyczny już nadszedł i przyspiesza szybciej, niż spodziewała się tego większość naukowców, jest poważniejszy niż przewidywano.** Naukowcy w *Ostrzeżeniu* przedstawiają listę niezbędnych, natychmiastowych działań. Zostały one zebrane w sześciu punktach dotyczących energetyki, krótkotrwałych zanieczyszczeń powietrza, przyrody, żywności, ekonomii i populacji ludzkiej. Odnośnie sposobu pozyskiwania energii stwierdzają, że musimy ograniczyć zużycie paliw kopalnych i zastąpić je niskoemisyjnymi źródłami odnawialnymi. **Wydobycie paliw kopalnych musi odejść w przeszłość.** Ważne jest wyeliminowanie subwencji dla przedsiębiorstw wydobywających ropę naftową i gaz ziemny. Państwa muszą nałożyć opłaty węglowe wystarczająco wysokie, by zniechęcić do korzystania z paliw kopalnych. **Społeczeństwa muszą wprowadzić na masową skalę restrykcyjne zasady oszczędzania energii.**

„Pragnąc zapewnić zrównoważoną przyszłość, musimy zmienić sposób, w jaki żyjemy. Wiąże się to z poważnymi zmianami w sposobie funkcjonowania naszego globalnego społeczeństwa i interakcji z naturalnymi ekosystemami”(Ripple et al. 2019)

To czego dzisiaj najbardziej potrzebujemy to stworzenie gospodarki i budowanie społeczeństwa zdolnego funkcjonować bez dalszej destrukcji biosfery. Jak powinien działać system gospodarczy, w tym energetyczny, aby był bezpieczny i gwarantował nam bezpieczną przyszłość? Aby odpowiedzieć na to pytanie zwróćmy na wstępie uwagę na to, jak funkcjonują ekosystemy naturalne, jaka zasadnicza reguła decyduje o ich długofalowym bezpiecznym funkcjonowaniu.

Ekologia – nauka, która próbuje poznać tajemnicę życia na planecie

Ekologia jest słowem, które zrobiło niezwykłą karierę w świecie. Dla niektórych oznacza ono wszystko co najlepsze, jest wyrazem troski i odpowiedzialności za świat przyrody. Dla innych jest wyrazem pewnej przesady w podejściu do spraw środowiskowych, czasem oznacza nawet oszołomstwo. Warto jednak pamiętać, że ekologia oznacza przede wszystkim dyscyplinę biologiczną. Jest nauką, która może i powinna odegrać niezwykle ważną rolę w życiu każdego z nas. Odkrywa prawdę o świecie wokół z nas i staje się wskazówką jak mamy postępować w świecie, w którym przyszło nam żyć. Termin ekologia został po raz pierwszy użyty przez niemieckiego biologa Ernesta Haeckla w 1869 roku dla określenia nauki, której przedmiotem zainteresowania jest całokształt oddziaływań między organizmami i ich środowiskiem, zarówno ożywionym, jak i nieożywionym (Krebs 2011). Eugene Odum (czołowy amerykański ekolog XX wieku) określał ekologię jako naukę o strukturze i funkcjonowaniu przyrody (Odum 1977). Ekologia próbuje zrozumieć i opisać funkcjonowanie biosfery i wszystkich składających się nań zespołów życia, począwszy od szczebla organizmu, kończąc na poziomie biosfery.

Efektorem badań ekologii jest obraz świata niezwykle skomplikowany, w którym wszystkie jego elementy (rośliny, zwierzęta, mikroorganizmy, woda, powietrze, gleba) są powiązane na najprzeróżniejsze sposoby. Uważnie studiując zależności w świecie wokół nas, dochodzimy do wniosku, że każdy gatunek, niezależnie od szczebla rozwoju ewolucyjnego, jest potrzebny, ważny, ma do spełnienia niezwykle rolę. Nasza Ziemia zachowuje równowagę, w której każdy byt odgrywa swoją rolę. **Istotą życia na Ziemi są zależności**, one w pewnym sensie tworzą i warunkują funkcjonowanie biosfery. **Często przyrównujemy życie na Ziemi do sieci pajęczej. W sieci pajęczej nie ma nitki mniej lub bardziej ważnych**, podobnie w przyrodzie, każdy gatunek jest ważny, ma do spełnienia, określoną, pożyteczną rolę w ekosystemie jako całości. W pięknych słowach pisze o tym Lewis Thomas (lekarz, poeta): „...nie ma istot prawdziwie samotnych. Wszystkie stworzenia są, w pewnym sensie, związane z całą resztą i od niej zależne” (Dowd 1991). Ekologia dowodzi bezsprzecznie, że każdy gatunek, także drapieżnik, pasożyt czy organizm chorobotwórczy (a więc te, które nam tak trudno określić mianem sprzymierzeńca czy przyjaciela), odgrywa ważną rolę dla funkcjonowania ekosystemu, jest gwarantem utrzymania homeostazy i istnienia innych form życia.

„Ona jest nasza, Ziemia. Zdamy sobie z tego sprawę wcześniej czy później, lecz nie można od tego uciec. Jeżeli nie nauczymy się żyć w harmonii z łańcuchami pokarmowymi, z ekosystemami, stopniowo stracą one równowagę i wtedy umrzemy. Wszystko jest cyklem i my jesteśmy w nim, nie możemy uciec”
(Dowd 1991)

Ekologia pozwala zrozumieć naukowe przesłanki ochrony życia na naszej planecie. Łączy wszystkie dziedziny badań biologicznych i pomaga w podejmowaniu decyzji środowiskowych. Kamieniem milowym w zastosowaniu danych ekologicznych do rozwiązywania problemów środowiskowych była działalność Rachel Carson (amerykańska biolog), a szczególnie jej książka „*Silent Spring*” („Milcząca wiosna”), wydana w 1962 roku. Carson, mając świadomość złożonych powiązań istniejących w przyrodzie, przestrzegała przed skutkami stosowania pestycydów, w tym DDT. Jako jedna z pierwszych zwróciła ona uwagę społeczeństwa na sprawy ekologii i ochrony środowiska, a także znacząco przyczyniła się do powstania ruchu ekologicznego w świecie. Carson sformułowała przesłanie godne przypomnienia: „*Kontrolowanie przyrody to aroganckie wyrażenie, które powstało w czasach, kiedy biologia i filozofia były na etapie neandertalczyka i kiedy uważano, że przyroda istnieje dla wygody człowieka*” (Devall, Session 1994).

Dzisiaj ekolodzy obserwują środowisko używając znacznie precyzyjniejszych narzędzi, niż miała do dyspozycji Carson. Badane są zmiany w ekosystemach sięgające z jednej strony do narzędzi genetycznych, z drugiej do obserwowania biosfery z kosmosu. Czy istnieje dzisiaj wiele problemów badawczych ważniejszych niż poznanie funkcjonowania naszej planety i zastosowanie skutecznych sposobów jej ochrony? Neil Everndon (profesor na Wydziale Studiów Środowiskowych na Uniwersytecie York Toronto) w eseju *Beyond Ecology* nazywa **ekologię wywrotową dziedziną**, pisząc: „*Prawdziwie wywrotowym elementem w ekologii nie jest żadna z jej wyrafinowanych koncepcji, lecz jej podstawowe założenie: Wzajemne powiązanie wszystkiego*” (Everndon 1978).

Czy przyroda jest „czerwona od kłów i pazurów”?

Ekologia to nauka o zależnościach. Interakcje międzygatunkowe to oddziaływania między osobnikami należącymi do różnych gatunków lub różnych populacji, wspólnie żyjącymi w określonym środowisku. Przyjmują często skomplikowaną formę i są uwarunkowane siecią zależności. Oddziaływania między populacjami dzieli się zwykle na trzy podstawowe typy: oddziaływania antagonistyczne, nieantagonistyczne i neutralne. Do antagonistycznych należą konkurencja, pasożytnictwo, drapieżnictwo i amensalizm. Oddziaływania nieantagonistyczne to mutualizm, komensalizm, protokooperacja. Brak wzajemnych oddziaływań – neutralizm – jest stwierdzany rzadko. Mówiąc o interakcjach nie sposób pominąć pojęcia symbiozy. Rozumiemy przez nią ścisły, długotrwały związek partnerów należących do odrębnych gatunków, który może być korzystny dla jednej albo dla obu stron. Termin ten zaproponował de Barry w 1879 roku. Jedni autorzy obejmują tym terminem mutualizm, protokooperację, komensalizm, inni dołączają jeszcze pasożytnictwo (Weiner 2020).

Czy wszystkie interakcje mają takie same znaczenie dla funkcjonowania przyrody? A może kluczowymi dla funkcjonowania przyrody są drapieżnictwo i roślinożerstwo? Dają one odpowiedź na pytanie „Kto kogo zjada?”. W podręcznikach ekologii można znaleźć stwierdzenie, że powyższa zasada stanowi jeden z podstawowych elementów organizacji ekosystemu. Czy znaczenie interakcji symbiotycznych jest mniejsze? Czy prawidłowym jest traktowanie zależności symbiotycznych jedynie jako ciekawostek? **Jaka jest przyroda? Okrutna czy harmonijna?** Czy najważniejszym mechanizmem odpowiedzialnym za jej funkcjonowanie jest walka czy symbioza?

„Darwinowskie idee, wśród których koncepcje bezlitosnej konkurencji i przeżywanie najstosowniejsze, należały do najbardziej istotnych, nadal są fundamentem naszego współczesnego myślenia o przyrodzie”
(Skubała, Oziewicz 2006)

Lord Alfred Tennyson, XIX-wieczny poeta angielski, jest autorem słynnego powiedzenia, będącego metaforą ewolucji darwinowskiej: „Nature, red in tooth and claw” (Tennyson 1849). Postrzeganie przyrody jako okrutnej, „czerwonej od kłów i pazurów” było charakterystyczne dla neo-darwinistów. Twierdzą oni, że organizmy podlegają ewolucji, gdy mutacje genetyczne sprawiają, że organizm staje się wydajniejszym we współzawodnictwie i dzięki temu jego geny zostają przekazane następnym pokoleniom. Postrzegają przyrodę jako dżunglę, w której organizmy walczą przeciwko sobie, aby przetrwać. Według neo-darwinistów w przyrodzie nie ma miejsca na współpracę, kooperację. Zależności przynoszące obustronne korzyści są traktowane jako wyjątek. Douglas Boucher, biolog z Uniwersytet w Quebec, proponuje alternatywny opis przyrody w stosunku do zaproponowanego przez Tennysona. Postrzega on przyrodę jako wielką wspólnotę „green in root and flower” (Fausto-Sterling 1993).

Żyjemy na symbiotycznej planecie

Do niedawna ignorowaliśmy rolę zależności symbiotycznych w ekosystemach. Pogląd ujmujący symbiozę jako zjawisko typowe i o podstawowym znaczeniu dla istot żywych, powoli toruje sobie drogę we współczesnej nauce. Naukowcy z różnych dziedzin, w tym biologicy, ekolodzy, fizycy, chemicy, geolodzy, meteorolodzy zaczynają rozumieć, że biosfera jest jak żywy organizm, w którym różne reakcje chemiczne i systemy biologiczne tworzą niezliczone ilości synergistycznych i symbiotycznych wzajemnych powiązań. Badania ekosystemów wskazują, że stosunki między organizmami żywymi są w większości oparte na współpracy, zasadzie współistnienia i wzajemnych zależnościach oraz, że stosunki te mają mniej lub bardziej symbiotyczny charakter. Interakcje symbiotyczne są podstawą i gwarantem funkcjonowania ekosystemów.

Spójrzmy na kilka przykładowych aspektów życia, które mają miejsce w ekosystemach wokół nas. Zauważmy, że w każdym z nich decydującą rolę odgrywają interakcje symbiotyczne, wzajemna pomoc, kooperacja. Dopiero niedawno zaczęliśmy doceniać ogromną rolę mikoryzy w procesach ewolucyjnych i w funkcjonowaniu ekosystemów lądowych. Okazuje się, że większość lądowych roślin naczyniowych, a także część mszaków i paprotników żyje w związkach symbiotycznych z grzybami. Dotyczy ona 90, a może nawet 100% roślin lądowych (Smith, Read 1997). Wynika z tego, że niemożliwym byłoby opanowanie lądu przez rośliny, a dzisiaj świat wyglądałby nieporównanie ubożej, gdyby w przeszłości rośliny nie weszły w ścisłe związku mutualistyczne z grzybami.

Prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów i tym samym nasza egzystencja nie byłaby możliwa bez owadów. Pyłek roślin może być przenoszony przez wiatr (wiatropylność) i zwierzęta (zoogamia). Znaczenie zoogamii, czyli zapylania roślin przez zwierzęta przenoszące pyłek jest ogromne. Około 90% drzew i krzewów, 80% roślin kwiatowych i 70% roślin uprawnych jest zapylana z udziałem zwierząt (Dafni et al. 2005). Istnieje około 200 tysięcy zwierząt spełniających tę rolę. Większość to owady (pszczoły, osy, okazjonalnie mrówki, chrząszcze, motyle i muchówki). Około 10% ptaków (kolibry, cukrzyki, nektarniki, szlarniki, miodojady), a także niektóre ssaki (nietoperze, różne ssaki owocożerne) uczestniczy w zapylaniu roślin. Zwierzęta uczestniczą w życiu roślin na wiele różnych sposobów. Zoochoria to zjawisko rozprzestrzeniania diaspor roślinnych (nasion, zarodników, rozmnożeń) przez zwierzęta. Określa się ją jako słabszą odmianę mutualizmu. Biorą w tym procesie udział ssaki i ptaki owocożerne, na przykład wiewiórki, chomiki, ptaki orzechówki, a także mrówki (Weiner 2020). Zwróćmy uwagę, że bez zoogamii, częściowo także zoochorii, rośliny (a przynajmniej zdecydowana ich część) nie mogły rosnąć na lądzie.

Kolejnym procesem o podstawowym znaczeniu dla życia na Ziemi jest proces rozkładu martwej materii organicznej. Świat byłby zastany „trupami”, gdyby nie codzienna „praca” reducentów. Degradacja materii organicznej byłaby jednak praktycznie niemożliwa gdyby nie współpraca mikroorganizmów z bezkręgowcami. Bakterie i grzyby glebowe po przeprowadzeniu rozkładu w danym miejscu, nie mając możliwości przemieszczenia, zaprzestają swojej aktywności. Lavelle nazwał to zjawisko intrygującym terminem: „*The Sleeping Beauty Paradox*” (Lavelle 1997). Różne grupy bezkręgowców, z których najbardziej znane są w tej roli dżdżownice, pełnią rolę stymulatorów ponownej aktywności reducentów glebowych. Podobnie rozkład martwego drewna byłby niemożliwy bez zaistnienia w przeszłości symbiozy owadów z mikroorganizmami. Większość owadów kambio- i ksylofagów, zasiedlających martwe drewno i przyczyniających się do jego rozkładu, posiada liczne symbiotyczne mikroorganizmy (Walczyńska 2003). Symbiotyczne wiązanie azotu przez rośliny motylkowe przy udziale bakterii *Rhizobium* znane jest od dawna. Ten rodzaj symbiozy odkryto u kolejnych roślin naczyniowych: paprotka wodna *Azolla*, *Cycadales* (100 gatunków), nagozalążkowe *Gunnera*. Obecność symbiontów zdolnych do wiązania azotu atmosferycznego stwierdzono u termitów i małży *Teredo* (Weiner 2020).

Celuloza jest najobfitszym surowcem energetycznym na Ziemi. Korzystanie z tego zasobu energii przez roślinożerców jest możliwe dzięki licznym mikroorganizmom obecnym w ich ciele. Wszystkie zwierzęta odżywiające się krwią (pajawki, kleszcze, wszy, muchy tse-tse) uzależnione od endosymbiontów produkujących witaminę B. Wszystkie owady żywiące się sokiem roślinnym (np. mszyce) uzupełniają aminokwasy egzogenne dzięki bakteriom symbiotycznym (Weiner 2020).

Zauważmy, że jakkolwiek proces w przyrodzie weźmiemy pod uwagę, wszędzie pojawiają się oddziaływania symbiotyczne. Do głosu dochodzi nowy pogląd naukowy postrzegający życie naszej planety jako proces, w którym każdy element dostosowuje się do innych, zapewniając kontynuację życia w obrębie biosfery. Czy zatem społeczeństwo i gospodarka, których funkcjonowanie zostało oparte o darwinowski obraz przyrody, gdzie każde stworzenie walczy z innymi, ma jeszcze dzisiaj rację bytu?

Współpraca albo „Tragedia wspólnego pastwiska”

Współczesna ekologia zwraca uwagę, że symbiotyczne interakcje przenikają ekosystemy. Czy symbioza, wzajemna współpraca ma też jakieś znaczenie dla funkcjonowania społeczeństwa ludzkiego? Czy istnieje tego typu analogia? Wydawać by się mogło, że będąc częścią sieci życia, będąc w niej jedną z milionów nitek, współpraca powinna mieć podobne znaczenie dla funkcjonowania naszego gatunku jak to ma miejsce w przypadku innych gatunków. A może w tym zakresie funkcjonujemy na innych zasadach?

Pragnąc uzmysłowić odbiorcom, jak powinno działać nasze społeczeństwo, czego potrzebujemy, aby rozwiązać problemy środowiskowe i społeczne, zapraszam zwykle do udziału w pewnym **eksperymentcie naukowym**. W szalce umieszczam dziewięć orzechów włoskich, które symbolizują zasoby środowiska. Odzwierciedlają one wszystko to czego potrzebujemy, aby żyć i z czego korzystamy w każdej chwili naszego życia. Bardzo często o tym zapominamy, że nasze życie w pierwszym rzędzie zależy od usług środowiskowych.

Do eksperymentu zapraszam trzy osoby. Instruuje je, że na mój sygnał, będą mogły skorzystać z zasobów środowiska. Ilość zasobów z jakich skorzystają, pozostawiam ich decyzji. Informuję tylko, że jeżeli pozostawią jakieś zasoby, ja będę zobowiązany do dołożenia tej samej ich ilości. Tym sposobem symuluję odtwarzanie zasobów przez ekosystemy. Przeprowadzając ten eksperyment wielokrotnie wśród dzieci, młodzieży, studentów, czy osób dorosłych, wynik najczęściej był ten sam. Już w pierwszej turze, czasem w drugiej, zasoby środowiska ulegały wyczerpaniu. Dla kolejnej trójki, efekt bywał podobny. Wówczas zapraszałem trójkę uczestników poza salę. Informowałem pozostałych, że udajemy się na konferencję, w trakcie której będziemy ustalać zasady korzystania z zasobów środowiska. Symulowaliśmy tym samym to, co rozgrywa się każdego roku w trakcie szczytów klimatycznych, tzw. konferencji ONZ w sprawie zmiany klimatu (COP) i konferencji poświęconych realizacji konwencji dot. różnorodności biologicznej.

Za nami już 27. konferencja klimatyczna ONZ (COP 27), która zakończyła się w Szarm el-Szejk (Egipt) w listopadzie 2022 roku i 15. konferencja dla bioróżnorodności (COP15), mająca swój finał w Montrealu w grudniu 2022 roku.

W trakcie negocjacji zachęcałem osoby uczestniczące w eksperymencie, aby się porozumiały i brały tę samą, lub podobną liczbę zasobów, pozostawiając pewną ich ilość. Efekt bywał zaskakujący, ilość zasobów szybko rosła. Co więcej w dalszych turach, uczestnicy mogli skorzystać z nieco większej ilości zasobów.

Powyższe ćwiczenie nawiązuje do eksperymentu opisanego w 1968 roku przez biologa Garretta Hardina. Jest on znany pod nazwą „**The Tragedy of the commons**” („tragedia wspólnego pastwiska”). Hardin opisał go na przykładzie wiejskich wspólnot, które wypasały mleczne krowy na wspólnych pastwiskach. Krów pasło się akurat tyle (np. 100), aby trawa na pastwisku mogła odrastać. Ale jeden z rolników stwierdził, że doda do takiego stada jeszcze jedną swoją krowę, co pozwoliło mu na większe przychody z mleka. Krów od tego czasu było 101, a rolnik był zadowolony, bo wypasał kolejną krowę. Efekt dla całego pastwiska, które zaczęło mieć więcej krów niż mogło wyżywić, nie był jeszcze widoczny. Gdy dowiedzieli się o tym inni mieszkańcy wioski, wyprowadzili na wspólne pastwisko kolejne krowy: 102. i następne. Po jakimś czasie trawa na pastwisku przestała odrastać, a pastwisko ostatecznie zostało wyjąłowione. Mieszkańcy stracili pastwisko, a ich krowy przestały dawać mleko. Nieprzestrzeganie umowy korzystania z pastwiska przez kilka osób doprowadziło do jego zniszczenia (Hardin 1968).

Eksperyment pokazuje wartość współpracy przy korzystaniu z dóbr publicznych (wspólnych) o ograniczonej pojemności. Dla skutecznej realizacji postanowień konwencji o zmianach klimatu czy konwencji dotyczącej różnorodności biologicznej niezbędne jest **nauczenie się współpracy i zaufania do innych ludzi**. Jak postaram się poniżej wykazać, sednem transformacji energetycznej i stworzenia bezpiecznego systemu energetycznego jest właśnie współpraca.

Jeremy Rifkin i Trzecia Rewolucja Przemysłowa

Jeremy Rifkin, amerykański ekonomista, jest autorem i realizatorem nowej koncepcji charakteryzującej erę postwęglową, zwanej trzecią rewolucją przemysłową. Jej pięć filarów to:

- 1.przejsie do energii ze źródeł odnawialnych;
- 2.wyposażenie budynków na wszystkich kontynentach w mikroinstalacje umożliwiające pobieranie odnawialnej energii „na miejscu”;
- 3.zastosowanie technologii okresowego gromadzenia energii opartych o wodór w każdym budynku;
- 4.użycie Internetu do budowy i zarządzania siecią wymiany energii, dzięki czemu nadwyżki energii mogłyby zostać sprzedane innym użytkownikom sieci;
- 5.transformacja transportu w kierunku zasilania ogniwami paliwowymi i prądem; energia niezbędna do zasilania takich pojazdów mogłaby być kupowana i sprzedawana w inteligentnej sieci wymiany energii (Rifkin 2012).

„Idea trzeciej rewolucji przemysłowej daje nadzieję, że do 2050 roku uda nam się wkroczyć w ekologiczną erę postwęglową, co pozwoli zapobiec grożącej nam katastrofie klimatycznej”
(Rifkin 2012)

„Demokratyzacja energii” w sposób fundamentalny ma zmienić oblicze całej planety. W miejsce ogromnych koncernów zajmujących się eksploatacją paliw kopalnych, produkcją i dystrybucją energii, powstają miliony drobnych producentów, generujących we własnych domach elektryczność ze źródeł odnawialnych i sprzedających nadwyżki na wspólnym rynku informatyczno-energetycznym. Co istotne, rozproszona natura energii odnawialnej, w znacznie większym stopniu niż hierarchicznie zorganizowane mechanizmy dowodzenia i kontroli w wielkich koncernach, wymaga kooperacji. Niskie koszty wejścia do lateralnych rozproszonych sieci będą umożliwiały każdej osobie zostanie potencjalnym przedsiębiorcą i współpracownikiem, tworzącym i dzielącym się informacjami i energią w otwartych wspólnotach. Już dzisiaj kolejne branże i sektory gospodarki zaczynają z powodzeniem funkcjonować według rozproszonego i kolektywnego modelu biznesowego. Podobne zmiany w funkcjonowaniu społeczeństwa odnośnie żywności przewiduje Jeremy Rifkin w *Trzeciej Rewolucji Przemysłowej*. Powstaną setki gospodarstw organicznych, promujących lokalną bogatą tradycję kulinarną poprzez uprawę właściwych dla danego regionu owoców, warzyw i zbóż. Ponadto miasta z terenami przyległymi zostają przekształcone w częściowo samowystarczalny ekosystem, który będzie w stanie wytworzyć dużą część podstawowej energii, żywności i włókien naturalnych (Rifkin 2012).

Przyszłość to rozproszona energetyka obywatelska

Odnawialne źródła energii to kluczowy element świata zrównoważonego. Poszukiwanie bezpiecznej, czystej i zrównoważonej energii to jedno z najbardziej krytycznych wyzwań naszych czasów. Rodząca się dzisiaj energetyka prosumencka, będąca sednem trzeciej rewolucji przemysłowej, oznaczać będzie stworzenie społeczeństwa funkcjonującego według zupełnie innych reguł. Termin prosumpcja jako pierwszy zastosował Alvin Toffler (amerykański pisarz, futurolog) w 1980 roku, do opisu zmian w postindustrialnym społeczeństwie. W jego ujęciu prosument jest specyficznym podmiotem rynku, który zajmuje się produkcją na własny użytek (Toffler 2006). Według Georga Ritzera (amerykański socjolog) i współautorów powstanie zjawiska prosumpcji miało miejsce już w pierwotnych czasach. Rozwinęło się w społeczeństwie rolniczym, gdzie ludzie produkowali w większości na własne potrzeby. Dopiero w społeczeństwie przemysłowym prosumpcja przestała odgrywać istotną rolę. Dzisiaj nadeszła „epoka prosumenta”, czyli kogoś, kto jest konsumentem i producentem zarazem (Ritzer et al. 2012).

Argumentów przemawiających na rzecz odnawialnych źródeł energii (OZE) można znaleźć wiele. Jeden z nich wynika z faktu, że źródeł energii opartych o zasoby nieodnawialne jest po prostu za mało. Jeremy Rifkin (amerykański ekonomista) podkreśla, że gdyby połowa ludzi na świecie zaczęła zużywać tyle energii pochodzącej z tradycyjnych źródeł co Zachód, mielibyśmy ekologiczną katastrofę na skalę globalną (Rifkin 2012). Prof. Jan Popczyk (współautor polskiej doktryny bezpieczeństwa energetycznego) podkreśla, że OZE są przyjazne dla środowiska i dostępne dla każdego (Popczyk 2011). Dzisiaj wciąż 20% ludzi nie ma dostępu do energii elektrycznej (Popkiewicz 2012) i dla nich jedyną szansą na dostęp do energii są OZE. OZE oferują dziesiątki różnych technologii i cechują je niskie koszty jednostkowe. Ponadto uniezależniają nas od wielkich dostawców energii i są dobre dla biznesu i rynku pracy, bowiem generują więcej miejsc pracy niż tradycyjne źródła energii (Popczyk 2011).

„Trzecia Rewolucja to bezlik małych źródeł energii z wiatru, słońca, wody, geotermii, pomp ciepła, biomasy”
(Rifkin 2012)

Energetyka jakiej potrzebujemy to nie wielkoskalowa energetyka źródeł odnawialnych. Nie chodzi o panele słoneczne pokrywające duże obszary Sahary, czy ogromne farmy wiatraków na morzach. Przyszłość to rozproszona energetyka odnawialna. Wszystkie urządzenia produkujące energię będą w skali mikro w przyszłym zrównoważonym świecie. Takie urządzenia już istnieją i świetnie się sprawdzają. Lista tego typu urządzeń jest długa: kolektory słoneczne, mikrowiatraki, pompy ciepła, ogniwa fotowoltaiczne, mikrobiogazownie, mikrorafinerie lignino-celulozowe, elektrownie wodne ultraniskospadowe, lokalne spalarnie śmieci, domy pasywne, silnik Sterlinga i inne (Popczyk 2011). Urządzenia rozproszonej energetyki (URE) mają wiele zalet. Zalicza się do nich krótki czas budowy i mniejsze ryzyko inwestycyjne. Ponadto URE cechuje wysoka sprawność, łatwość eksploatacji i dzięki nim unikamy części kosztów związanych z przesyłem i dystrybucją energii (Popczyk 2011).

Rozproszona energetyka odnawialna to **nowy świat i zmiana stylu życia**. Jej wprowadzenie wymaga ogromnej zmiany strukturalnej w gospodarce i zmiany zachowania na poziomie indywidualnym. W świecie rozproszonej energetyki odnawialnej każdy z nas staje się prosumentem, czyli odbiorcą i zarazem producentem energii z wykorzystaniem technologii urządzeń energetyki rozproszonej (URE) na potrzeby własne i w celu sprzedaży nadwyżek do sieci (Popczyk 2011).

Nowa sieciowa gospodarka i naturalne ekosystemy Ziemi

Model rozproszonej obywatelskiej energetyki prosumenckiej przewartościowuje wiele z naszych dotychczasowych założeń na temat funkcjonowania świata. **Nasze codzienne życie w społeczeństwie prosumenckim polegać będzie w większym stopniu na współpracy i przynależności niż na rywalizacji i poszukiwaniu autonomii.** Ważne są w nim rozproszenie i wzajemna pomoc. Funkcjonowanie społeczeństwa prosumenckiego przypomina naturalne ekosystemy planety. *„Tworzenie ekonomicznych, społecznych i politycznych relacji wzorowanych na dynamice ekosystemów Ziemi jest decydującym krokiem w kierunku ponownego włączenia naszego gatunku do szerszej tkanki wspólnot, w których żyjemy”* – pisze Rifkin (2012). Działając i myśląc w sposób rozproszony, oparty na współpracy, zaczynamy postrzegać siebie jako **istoty empatyczne, wplecione w sieć współzależnych relacji**. Pełen wiary w sukces trzeciej rewolucji przemysłowej Rifkin (2012) podkreśla: *„Ta zmiana podłączy nasz gatunek ponownie do przyływów i odpływów, rytmów i cykli większej biosferycznej wspólnoty, której jesteśmy wrodzoną i nieodłączną częścią. To jest właśnie sedno trzeciej rewolucji przemysłowej...”*

Już w 1965 roku Owen Barfield (brytyjski filozof) wyraził nadzieję, że ludzkość jest u progu trzeciego okresu jej relacji z naturą, w którym ludzie zaczną ponownie wchodzić w kontakt ze światem przyrody. Uważał, że tym razem, stanie się tak nie z powodu zależności i lęku, ale będzie to efektem świadomego wyboru i chęci stania się integralną częścią uniwersalnej wspólnoty życia (Barfield 1965). Rifkin jest przekonany, że mamy wszystko, czego nam potrzeba do wprowadzenia w życie trzeciej rewolucji przemysłowej do 2050 roku – plan działania, możliwości technologiczne i najnowsze zdobycze naukowe.

„Transformacja na taką skalę będzie wymagała równoczesnego zwrotu w stronę biosferycznej świadomości. Jedynie myśląc jak globalna rodzina, obejmująca nie tylko nasz gatunek, ale również wszystkich pozostałych mieszkańców Ziemi, będziemy w stanie ocalić naszą biosferyczną wspólnotę i odnowić planetę dla dobra przyszłych pokoleń”
(Rifkin 2012)

W sytuacji bardzo poważnych konsekwencji środowiskowych, będących efektem niezrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego w okresie ostatnich dwóch wieków, konieczne jest stworzenie modelu społecznego i gospodarczego, w tym energetyki, który byłby odpowiedzią na te wyzwania. Model rozproszonej energetyki prosumenckiej opiera się na tych samych zasadach, według których funkcjonują ekosystemy. W obu tych układach zasadniczą rolę odgrywa współpraca, wzajemna pomoc i rozproszenie.

Bibliografia

- Barfield O. 1965. Saving the appearances; a study in idolatry. Harcourt, Brace & World, New York.
- Dafni A., Kevan P. G., Husband B. C. 2005. Practical pollination biology. Enviroquest Ltd., Cambridge, Ont.
- Devall B., Session G. 1994. Ekologia głęboka. Pusty Obłok, Warszawa.
- Dowd M. 1991. Earthspirit. A Handbook for Nurturing an Ecological Christianity, Twenty-Third Publications, Mystic, Connecticut.
- Everndon N. 1978. Beyond Ecology. North American Review 263: 16-20. <http://www.jstor.org/stable/25118053>
- Fausto-Sterling A. 1993. Is Nature Really Red in Tooth and Claw?, Discover 14: 24-27.
- Hardin G. 1968. The Tragedy of the Commons. Science 162: 1243-1248. <http://www.jstor.org/stable/1724745>
- Krebs Ch. J. 2011. Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności, PWN, Warszawa.
- Lavelle P. 1997. Faunal Activities and Soil Processes: Adaptative Strategies That Determine Ecosystem Function. Advances in Ecological Research 27: 93-132. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60007-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60007-0)
- Margulis L., Sagan D. 1986. Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors. Summit Books, New York.
- Odum E. P. 1977. Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Popczyk J. 2011. Energetyka rozproszona. Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Polski Klub Ekologiczny, Warszawa.
- Popkiewicz M. 2012. Świat na rozdrożu. Wyd. Sonia Draga, Katowice.
- Rifkin J. 2012. Trzecia Rewolucja Przemysłowa. Jak lateralny model władzy inspirowane całe pokolenie i zmienia oblicze świata. Wyd. Sonia Draga, Katowice.
- Ripple W. J., Wolf Ch., Galetti M., Newsome T. M., Alamgir M., Crist E., Mahmoud M. I., Laurance W. F. 2017. World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. Bioscience 67(12): 1026-1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>
- Ripple W. J., Wolf Ch., Newsome T. M., Barnard P., Moomaw W. R. 2019. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. BioScience, biz088. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Ritzer G., Dean P., Jurgenson N. 2012. The Coming of Age of the Prosumer. American Behavioral Scientist 56(4): 379-398. <https://doi.org/10.1177/0002764211429368>
- Skubała P., Oziewicz M. 2006. Do We Live on the Symbiotic Planet? Ecological Principles of Life on Earth and Their Literary Implications. In: Deszcz-Tryhubczak J., Oziewicz M. (eds) Towards or Back to Human Values? Spiritual and Moral Dimensions of Contemporary Fantasy. Cambridge Scholars Press, 146-156.
- Smith S. E., Read D. J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic, San Diego, CA, second edition.
- Tennyson A. 1849. Memoriam A.H.H. 1849, http://en.wikisource.org/wiki/In_Memoriam_A._H._H.; dostęp 13.03.2023
- Toffler A. 2006. Trzecia fala. Wyd. Kurpisz, Poznań.
- Walczyńska A. 2003. Życie we wnętrzu drzewa. Wszechświat 104: 279-282.
- Weiner J. 2020. Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN, Warszawa.

O AUTORZE

prof. dr hab. Piotr Skubała – profesor nauk biologicznych, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, ekolog, akarolog (zajmuje się ekologią i systematyką roztoczy Oribatida). Autor 186 artykułów naukowych, 57 rozdziałów w monografiach lub monografiach, 39 komunikatów naukowych oraz 165 artykułów popularnonaukowych. Etyk środowiskowy, edukator ekologiczny, działacz na rzecz ochrony przyrody, aktywista klimatyczny. „Ethic expert” w Komisji Europejskiej w Brukseli (program HORIZON 2020, HORIZON-MSCA-2022), członek Zespołu Ekspertów ds. kwestii etycznych w Narodowym Centrum Nauki, członek sieci eksperckiej Team Europe (Komisja Europejska), członek Rady Klimatycznej przy United Nations Global Compact Network Poland. Członek Rad Naukowych „Diversity” (MDPI journals), „Acarologia (France), „Journal of Pollution Effects and Control” (OMICS Publishing Group, USA), „AURA. Ochrona środowiska”, „Polish Journal for Sustainable Development”, Śląskiego Ogrodu Botanicznego w Mikołowie, Fundacji INSTRAT - Fundacja Inicjatyw Strategicznych, Koalicji Klimatycznej.

Opinie wyrażone w powyższym tekście mają charakter autorski i nie należy ich traktować jako stanowiska Fundacji Rozwoju Demokracji Lokalnej im. Jerzego Regulskiego.

.....
Warszawa, kwiecień 2023

Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej im. Jerzego Regulskiego
ul. Żurawia 43, 00-680 Warszawa

www.frdl.org.pl