

ENERGETYKA PROSUMENCKA, czyli powrót do społeczeństwa funkcjonującego według praw natury

Skubała P.*), Sierka E.*)

Streszczenie: W sytuacji postępującej destrukcji biosfery trwa poszukiwanie modelu społecznego i gospodarczego (w którym energetyka jest jego kluczowym elementem), który byłby w stanie zapewnić dalsze funkcjonowanie naszego społeczeństwa, dobrobyt i pomyślność przyszłym pokoleniom. Warunki te zdaje się spełniać model trzeciej rewolucji przemysłowej, w której energetyka prosumencka jest jednym z jej pięciu filarów. Model ten działa według tych samych zasad jakie obserwujemy w naturalnych ekosystemach. W obu istotną rolę spełnia rozproszenie, współpraca i wzajemna pomoc. Stosowanie nowych rozwiązań technicznych, zaprezentowane na wybranych przykładach, na potrzeby energetyki prosumenckiej, stwarza nowe zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Prosumenci podejmujący decyzję o stosowaniu mikrogeneracji powinni mieć świadomość jak ich aktywność może oddziaływać na elementy środowiska, w którym żyją. Jest to tym bardziej istotne, że wytwarzanie energii przez jej odbiorców jest stosunkowo nowym zjawiskiem w naszym kraju.

Słowa kluczowe: energetyka prosumencka, interakcje symbiotyczne, zagrożenia środowiska.

Pogląd naukowy postrzegający życie naszej planety jako proces, w którym każdy element dostosowuje się do innych, zapewniając kontynuację życia w obrębie biosfery, w ostatnim okresie zyskuje na znaczeniu. Raporty naukowe oceniające stan biosfery i funkcji spełnianych przez ekosystemy są coraz bardziej niepokojące. To czego dzisiaj najbardziej potrzebujemy to stworzenie gospodarki i budowanie społeczeństwa zdolnego funkcjonować bez dalszej destrukcji biosfery. To czego dzisiaj najbardziej potrzebujemy to stworzenie gospodarki i budowanie społeczeństwa zdolnego funkcjonować bez dalszej destrukcji biosfery. Czy można sobie wyobrazić system społeczny i gospodarczy (w tym energetyczny) oparty na wzajemnej pomocy, funkcjonujący według praw natury, żyjący z nią w stabilnej równowadze?

Celem niniejszego artykułu jest prześledzenie czy koncepcja systemu społecznego i gospodarczego (w tym energetycznego), zaproponowana przez Jeremego Rifkina, zwana trzecią rewolucją przemysłową, odzwierciedla reguły funkcjonowania systemów naturalnych. Ponadto autorzy dokonają analizy potencjalnych zagrożeń dla układów przyrodniczych jakie mogą stwarzać różne sposoby wytwarzania energii odnawialnej, które mogą być wykorzystywane w ramach prosumenckiego wytwarzania energii.

1. Ekologia i jej rola w dzisiejszym świecie

Dziedziną wiedzy, której celem jest poznanie struktury i funkcjonowania przyrody jest ekologia. Ekologia próbuje poznać tajemnicę życia na Ziemi. Co więcej, 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. Mając świadomość złożonych powiązań istniejących w przyrodzie, przestrzegła ona przed skutkami stosowania pestycydów, w tym DDT.

*¹) Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, dr hab. Piotr Skubała, prof. UŚ. (Katedra Ekologii), dr Edyta Sierka (Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody). [RAPORT] jest rozszerzoną wersją artykułu zamieszczonego w monografii *ENERGETYKA PROSUMENCKA pierwsza próba konsolidacji*, Sekcja Wydawnictw Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2014. [RAPORT] został po raz pierwszy przedstawiony w ramach Konferencji *Energetyka Prosumencka w wymiarach zrównoważonego rozwoju*, Stowarzyszenie Klaster 3x20 oraz Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa Oddział w Częstochowie, Gliwice, 5 listopada 2014.

Carson, jako jedna z pierwszych, zwróciła uwagę społeczeństwa na sprawy ekologii i ochrony środowiska, a także znacząco przyczyniła się do powstania ruchu ekologicznego w świecie, w szczególności 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, s. 127]. 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, p. 20]. Przyjęcie i pełne zrozumienie tego podstawowego założenia oznacza „rewolucję”, zupełną zmianę w podejściu do przyrody i jest tym czego dzisiaj najbardziej potrzebujemy.

1.1. Interakcje symbiotyczne przenikają współczesne ekosystemy

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 biolodzy, 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.

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 [Smith, Read, 1997, p. 18]. Dotyczy ona 90, a może nawet 100% roślin lądowych. 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 80% roślin jest zapylana z udziałem zwierząt. 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. Jeszcze w inny sposób zwierzęta uczestniczą w życiu roślin. Zoochoria to zjawisko rozprzestrzeniania diaspory roślinnych (nasion, zarodników, rozmnożeń) przez zwierzęta. Określa się ją jako słabszą odmianę mutualizmu. Uczestniczą w tym procesie ssaki i ptaki owocożerne, na przykład wiewiórki, chomiki, ptaki orzechówki, a także mrówki [Weiner, 1999, s. 385-386]. 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 zasłany „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, p. 94].

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, s. 281]. 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*. 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, 1999, s. 382-384]. Zauważmy, że jakkolwiek proces w przyrodzie weźmiemy pod uwagę, wszędzie pojawiają się oddziaływania symbiotyczne. Co więcej dla funkcjonowania naszego ludzkiego organizmu podstawowe znaczenie mają interakcje symbiotyczne.

Nasze ciało zbudowane jest z kilku bilionów „własnych” komórek, ale w naszym ciele i na nim występuje ponad sto bilionów komórek mikroorganizmów. Obecność ludzkich symbiontów okazuje się mieć zasadnicze znaczenie dla naszego zdrowia [Bäckhed et al., 2005, p. 1919]. W trakcie pierwszego Światowego Zjazdu poświęconego znaczeniu mikrobioty jelitowej dla zdrowia, w marcu 2012 roku, Jeremy Nicholson (biochemik z Imperial College London) podkreślał: „Zaburzenia w składzie bakterii jelitowych mogą przyczyniać się do rozwoju wielu poważnych schorzeń – nie tylko układu pokarmowego, ale też chorób metabolicznych, jak otyłość i cukrzyca typu 2, alergii i astmy, chorób autoimmunizacyjnych i zapalnych (w tym choroby Leśniowskiego-Crohna) oraz zaburzeń neurologicznych, a nawet psychicznych, jak autyzm” [Eksperti: mikroflora jelitowa ..., s. 1].

Dochodzi do głosu 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?

1.2. Stan biosfery i usług świadczonych przez ekosystemy

Przyjrzyjmy się, jakie są konsekwencje środowiskowe rozwoju cywilizacyjnego w ostatnich dwóch wiekach. W ostatnich latach w prestiżowym czasopiśmie *Science* ukazały się dwa raporty oddające obrazowo stopień opanowania przez populację ludzką ekosystemów lądowych i morskich. Autorzy obu opracowań oceniając globalny wpływ człowieka na ekosystemy prezentują mapy, zaznaczając na nich presję człowieka w poszczególnych rejonach świata. Wnioski nie są optymistyczne. Około 83% lądów jest obecnie pod bezpośrednim wpływem ludzi [Kareiva et al. 2007, p. 1866]. W zasadzie nie ma już miejsc nietkniętych przez człowieka. Wpływ przemysłu i rolnictwa jest globalny, a globalne ocieplenie sięga wszędzie. Co prawda 14 % lądów znajduje się pod ochroną, ale nawet w tych obszarach presja człowieka jest bardzo silna. Niemal wszystkie parki narodowe są dostępne turystycznie i zarządzane przez człowieka. Jako ostoje dzikiej przyrody na świecie można uznać zaledwie 1% lądów. Lista obszarów zaliczanych do ostoi dzikiej przyrody jest bardzo krótka. Należy do niej część obszarów obejmujących arktyczną tundrę, północne lasy Syberii i Kanady, pustynie Afryki i Australii i dorzecze Amazonki [Kareiva et al. 2007, p. 1868-1869]. Nasza ingerencja dotycząca ekosystemów morskich jest również nadmierna. Według autorów 41% mórz i oceanów wykazuje silne oddziaływanie człowieka [Halpern et al. 2008, p. 949]. Lista najsilniej dotkniętych akwenów jest długa, obejmuje ona: Morze Północne, Morze Śródziemne, Morze Czerwone, Zatoka Perska, Morze Karaibskie, Ocean Atlantycki u wybrzeży Ameryki Północnej, Morze Beringa, Morze Wschodniochińskie, Morze Południowochińskie.

Jedynie kilka procent wód w okolicy biegunów pozostaje na wpół dziewicze. Morze Bałtyckie znajduje się w strefie znacznego oddziaływania, a Zatoka Gdańska wykazuje bardzo silne oddziaływanie. Słabsze oddziaływanie dotyczy już dziś tylko otwartych oceanów i głębin [Halpern et al. 2008, p. 949-950]. Pod koniec 2011 roku ukazały się jeszcze bardziej dramatyczne doniesienia międzynarodowej grupy badawczej oceniającej stan mórz i oceanów. Autorzy stwierdzają, że życie w oceanach wchodzi w fazę wymierania, a spowodowane jest ingerencją człowieka. W raporcie pojawia się zdanie: „*Wyniki są szokujące. Prawie w całym ekosystemie widzimy zmiany, które dzieją się szybciej niż myślimy. Tempo tych zmian cały czas przyspiesza*” [Rogers, Laffoley, 2011, p. 5]. Jako główne zagrożenia wymieniane są: przełowienie naturalnych łowisk, zanieczyszczenie środowiska i zmiany klimatu. Jedynym optymistycznym przesłaniem, które się pojawia się w raporcie jest opinia Dana Laffoleya, przewodniczącego Światowej Komisji ds. Obszarów Chronionych i doradcy Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN), który podkreśla, że wyzwania dla przyszłości ekosystemów oceanicznych są ogromne, ale w odróżnieniu od poprzednich pokoleń, wiemy, co musimy zrobić [Rogers, Laffoley, 2011, p. 9].

W 2009 roku Johan Rockström ze Stockholm Resilience Center w Szwecji oraz grupa badaczy z Europy, Stanów Zjednoczonych i Australii wytyczyli bezpieczne wartości dla kluczowych czynników środowiskowych [Rockström et al., 2009, p. 472]. Przeprowadzili wiele interdyscyplinarnych badań nad procesami fizycznymi i biologicznymi decydującymi o stabilności środowiska. Wybrali dziewięć czynników, których zaburzenie, ich zdaniem, zniszczy środowisko bezpowrotnie. Określili zakres bezpieczeństwa dla każdego z tych procesów. Ich przekroczenie może zachwiać ekosystemem, prowadząc do zagłady. Z ocen badaczy wynika, że trzy spośród analizowanych procesów - zanieczyszczenie azotem, zmiana klimatu i spadek różnorodności biologicznej, nie mieszczą się już w granicach bezpieczeństwa. Przy czym przekroczenie progu bezpieczeństwa dla pierwszego z nich jest niewielkie, w przypadku azotu – 3-krotne, a w odniesieniu do różnorodności biologicznej zakres bezpieczeństwa został przekroczony 10-krotnie. Wartości sześciu czynników niebezpiecznie zbliżają się do granic bezpieczeństwa. Dla dwóch procesów – stężenie toksyn chemicznych i zanieczyszczenia aerozolami, z uwagi na zbyt skąpą wiedzę, nie wyznaczyli precyzyjnych limitów [Rockström et al., 2009, p. 473].

Różnorodność biologiczna stanowi gwarancję utrzymania usług spełnianych przez ekosystemy. Wyróżnia się wśród nich usługi wspierające, czyli procesy, które pośrednio pozwalają na eksploatację zasobów naturalnych, takie jak: produkcja pierwotna, zapylenie; usługi zaopatrywania, określające zasoby oraz te, które są bezpośrednio eksploatowane przez ludzi, takie jak: żywność, włókna, woda, surowce naturalne, leki. Kolejna grupa to usługi regulacyjne, czyli naturalne mechanizmy odpowiedzialne za regulację klimatu, cyrkulację substancji odżywczych i wody, regulacja szkodników, zapobieganie powodziom, itp. oraz usługi kulturowe, oznaczające korzyści, jakie ludzie uzyskują ze środowiska naturalnego dla celów rekreacyjnych, kulturalnych i duchowych. W świetle badań Milenijnej Oceny Ekosystemów (największego przedsięwzięcia naukowego oceniającego stan ekosystemów na Ziemi) 60% usług świadczonych przez ekosystemy zostało przez nas zniszczonych lub jest wykorzystywanych w sposób niezrównoważony [Millennium Ecosystem Assessment, 2005, p. 827]. Usługi te są podstawą dobrobytu, wzrostu gospodarczego i zatrudnienia dla ludzi we wszystkich rejonach świata. Autorzy raportu podkreślają, że dalsze szafowanie naturalnym kapitałem Ziemi oznacza, że ekosystemy stracą zdolność służenia przyszłym pokoleniom. Tendencję tę możemy odwrócić, jedynie wówczas, gdy dokonamy zasadniczych zmian w polityce i praktyce, które zatrzymają tendencję dalszej utraty różnorodności biologicznej. Wielką wartością powyższych badań jest przypomnienie nam, wydawałoby oczywistej prawdy, że nasza egzystencja jest bezpośrednio uzależniona od usług spełnianych przez ekosystemy. Usługi te są dla nas bezcenne i nie do zastąpienia. Wartym podkreślenia jest, że Rada Europy uchwaliła długookresową wizję różnorodności biologicznej do 2050 roku, która stała się celem przewodnim na rok 2020. Ustalenia przyjęte przez Radę ds. Środowiska obejmują działania dążące do zatrzymania utraty różnorodności biologicznej oraz degradacji usług ekosystemów w UE do roku 2020 oraz ich odtworzenia, na ile to wykonalne [EEA: Środowisko Europy ..., 2010, s. 9]. Zaczynamy dostrzegać wieloraki wkład różnorodności biologicznej w dobrobyt człowieka.

2. Społeczeństwo prosumenckie i naturalne ekosystemy

Jeremy Rifkin (amerykański ekonomista) jest autorem i realizatorem nowej koncepcji charakteryzującej erę postwęglową, zwanej trzecią rewolucją przemysłową. Jej pięć filarów to: (1) przejście 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, s. 60-61]. Rodząca się dzisiaj energetyka prosumencka, będąca sednem trzeciej rewolucji przemysłowej, oznaczać będzie stworzenie społeczeństwa funkcjonującego według zupełnie innych reguł.

„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, s. 129].

Taki model przewartościowuje wiele z naszych dotychczasowych założeń nt. funkcjonowania świata. Polega ono 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 w swojej książce [Rifkin, 2012, s. 307-308]. 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 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 ...”* [Rifkin, 2012, s. 309].

Już w 1965 roku Owen Barfield (brytyjski filozof) wyraził wiarę, 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 efektem świadomego wyboru i chęci stania się integralną częścią uniwersalnej wspólnoty życia [Barfield, 1965, p. 96]. 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.

Czy zdołamy stworzyć zrównoważony model ekonomiczny? Paul Gilding pisze o tym sarkastycznie: *„Być może nie jesteśmy zbyt bystrzy, ale nie jesteśmy też aż tak głupi”* [Gilding, 2011, p. 110]. Z drugiej strony te zmiany się już rozpoczęły. W maju 2007 roku Parlament Europejski

przyjął oficjalną deklarację, zobowiązując 27 państw członkowskich do wprowadzenia w życie filozofii trzeciej rewolucji przemysłowej. Od czasu wybuchu kryzysu finansowego w 2008 roku coraz więcej innych państw kieruje swoją uwagę ku tej idei. W grudniu 2011 roku UNIDO (agencja ONZ ds. rozwoju przemysłowego) przyjęła model Trzeciej Rewolucji Przemysłowej. Nad projektem Trzeciej Rewolucji Przemysłowej pracował rząd niemiecki, a nad ideą „zielonego kapitalizmu” dyskutują międzynarodowe instytucje, takie jak OECD czy ONZ. W Niemczech, gdzie w czerwcu 2011 r. zdecydowano przestawić gospodarkę na energię odnawialną do 2050 r. eksperci twierdzą, że techniczne zdolności dokonania takiej zmiany już istnieją. Wydaje się jednak, że sukces energetyki prosumenckiej i trzeciej rewolucji przemysłowej będzie zależał od tego, czy będzie jej towarzyszyła zmiana w postrzeganiu i doświadczaniu świata, czy osiągniemy biosferyczną świadomość.

3. Energetyka prosumencka a środowisko przyrodnicze

Świadomy wybór energetyki opartej o rozproszone źródła energii, powinien uwzględniać zmiany, które będą zachodzić w ekosystemach pod wpływem m. in. zastosowanych nowych rozwiązań technologicznych. Należy również uwzględnić możliwość zapewnienia zasobów czy wykorzystywania nowych materiałów w energetyce odnawialnej. Okazuje się, że rozwiązania technologiczne, pojawiające się przy zastosowaniu energii ze źródeł odnawialnych, nie są całkowicie obojętne dla środowiska [Boyle et al., 2003, s. 11]. Zasadnym wydaje się, aby te oddziaływania na elementy środowiska przyrodniczego uwzględniać w zestawieniach finansowych, oceniających atrakcyjność różnych źródeł energii. Tym bardziej, że dotychczas uwaga zainteresowanych stron skupiała się głównie na negatywnych oddziaływaniach energii wytwarzanej z węgla, ropy naftowej czy gazu ziemnego. Prosumenci podejmujący decyzję o stosowaniu mikrogeneracji w wytwarzaniu energii na własne potrzeby, w oparciu o odnawialne źródła energii, muszą mieć wiedzę jak ich aktywność może oddziaływać na środowisko, w którym żyją. Jest to tym bardziej istotne, że wytwarzanie energii elektrycznej przez jej odbiorców jest stosunkowo nowym zjawiskiem w naszym kraju i nie jest wystarczająco rozpowszechnione. Warto jednak podkreślić, że te działania sprzyjają realizacji zapisów Dyrektywy OZE [Dyrektywa 2009/28/WE, s. 17], kierujących działania krajów członkowskich do osiągnięcia 20% udziału odnawialnych źródeł w końcowym zużyciu energii w 2020 roku.

3.1. Elektrownie wiatrowe w przyrodzie i krajobrazie

Konieczność wdrażania polityki energetyczno-klimatycznej UE, powoduje potrzebę dynamicznego rozwoju alternatywnych źródeł energii nie emitujących CO₂, czyli energię zwaną „zero emisyjną”. Przykładem energii uważanej za tzw. zieloną technologię zasilania jest energia wiatrowa, zarówno lądowa jak i morska. Z opracowanych wytycznych dla prognozowania oddziaływań na środowisko farm wiatrowych [Stryjecki, Mielniczuk, 2001, s. 108] wynika, że farmy wiatrowe to przedsięwzięcia, które ze względu na swoją złożoność mogą oddziaływać na wiele elementów środowiska przyrodniczego. Sama praca turbiny charakteryzuje się bardzo niskim wskaźnikiem emisyjności, ale cały proces inwestycyjny prowadzący do zrealizowania obiektów energetyki wiatrowej, a także praca tych obiektów może oddziaływać negatywnie. Szczególnie w sposób bezpośredni na zwierzęta latające np. poprzez kolizje elementów wiatraków z ptakami i nietoperzami. Energetyka wiatrowa może spowodować fragmentację siedlisk roślin i zwierząt, oddziałuje na wody powierzchniowe i podziemne, może wywołać lokalne zmiany klimatu, czy krajobrazu, poprzez zmianę wzorców użytkowania terenu. Ważnym elementem produkcji energii wiatrowej są emisje hałasu, infradźwięków, szumu aerodynamicznego, emitowanego przez obracające się łopaty wirnika, którego natężenie jest uzależnione od „prędkości końcówek” łopat (tzw. tip speed) czy pole elektromagnetyczne. Wiatraki mogą przyczynić się utrudnień lub zaburzenia komunikacji elektromagnetycznej oraz wywołać schorzenia chorobowe u ludzi (np. efekt stroboskopowy) [Boselli et al., 1998, s. 153]. Nie bez znaczenia jest też możliwy spadek cen gruntów.

Euforia związana z możliwościami wykorzystania „zielonej” energii wiatrowej była powszechna. W jej rezultacie wiele krajów europejskich zostało „zadrzewionych” tysiącami wiatraków, których oddziaływanie na środowisko i człowieka badano przez kilkanaście lat, a dzięki uzyskanym wynikom wypracowano dobre praktyki możliwe do zastosowania przy wyborze lokalizacji, sposobu budowy instalacji oraz jej eksploatacji i likwidacji [European best practis..., 2012, s. 18].

Elektrownie wiatrowe mogą zaburzyć lokalne ekosystemy poprzez stwarzanie dla przelatujących ptaków i nietoperzy śmiertelnych pułapek. Problem ten po raz pierwszy zaobserwowano w stanie Kalifornia w USA, gdzie zastosowano 5 400 turbin a równocześnie stwierdzono śmiertelność ok. 2 700 ptaków różnych gatunków, w tym drapieżnych, zamieszkujących obszar przesmyku Altomont [Smallwood, Thelander, 2008, s. 219].

W Europie problem ten pojawił się w krajach skandynawskich i Niemczech, gdy wybudowano duże farmy wiatrowe na trasach migracji ptaków. Przykładem oddziaływania turbin wiatrowych na ptaki jest również duńska farma Tuno Knob w cieśninie Kattegat, usytuowana w miejscu gdzie zimuje bardzo duża liczba ptaków żyjących na Morzu Północnym. Przez kilka lat badano oddziaływanie tej farmy na ptaki. Wyniki wykazały, że populacja ptaków morskich w tym rejonie zmniejszyła się o 60%. Stwierdzono także zmianę w ilości mały, które były pożywieniem tej grupy ptaków [Larsen, Guillemette, 2007, s. 519].

Jednak to stopień oddziaływania na populacje ptaków jest bardzo zróżnicowany i zależy głównie od lokalizacji elektrowni wiatrowych, typu turbiny wykorzystywanej w projekcie (wysokość wieży, średnica wirnika, oświetlenie, osiągnięta prędkość liniowa wierzchołków śmigieł), liczby turbin, powierzchni zajmowanej przez elektrownię, oraz lokalizacji turbin względem siebie i wobec elementów środowiska. Generalnie, ryzyko wystąpienia negatywnego oddziaływania na ptaki jest wyższe w przypadku lokalizacji elektrowni wiatrowych na terenach intensywnie wykorzystywanych przez te zwierzęta np. w świetle korytarzy migracji. Inwestycje przeprowadzane na takich obszarach, mają większy potencjał negatywnego oddziaływania niż przedsięwzięcia realizowane w lokalizacjach o małym natężeniu wykorzystania przestrzeni powietrznej przez ptaki. Znaczenie ma jednak również sposób wykorzystania przestrzeni powietrznej przez ptaki (pułapy przelotów, czas i sposób użytkowania terenu – np. czy jest to noclegowisko, żerowisko, teren lęgowy) oraz skład gatunkowy ptaków występujących na obszarze lokalizacji elektrowni. Badania wykazują, iż ryzyko kolizji z elektrowniami wiatrowymi jest również różne dla poszczególnych gatunków.

Opinie naukowców na temat negatywnego oddziaływania infrastruktury związanej z energetyką wiatrową na wielkość populacji ptaków są bardzo podzielone. Niektórzy uważają, że migrujące stada ptaków potrafią omijać elektrownie wiatrowe, a inni wręcz odwrotnie, że ptaki lecąc wprost wpadają w skrzydła elektrowni. Według tych pierwszych mniej niż 1% wszystkich zaobserwowanych ptaków przelatywało w takiej odległości od obracających się łopat, że mogło to zagrażać ich życiu. Naukowcy m.in. z NERI (National Energy Research Institute) i innych organizacji, w oparciu o liczne obserwacje wykazali, że większy wpływ na liczebność populacji ptaków mają czynniki niezwiązane bezpośrednio z obecnością elektrowni wiatrowej. Jako najbardziej istotne wskazywano zmiany roślinności, szczególnie ważne dla gatunków związanych z siedliskami lasów. Przemiany w ich strukturze prowadzą do zmiany mikroklimatu i zwiększają powierzchnię okrajków, między lasem a terenem otwartym. Zwiększanie się powierzchni niezalesionych wpływa na zamiany zachowań i arealów żerowania zwierząt [Environmental Impacts of Wind Energy, 2007, s. 86].

Rozpatrując wpływ pracujących elektrowni wiatrowych na przelatujące ptactwo, należy również zwrócić uwagę, że o wiele większe zagrożenie stwarza infrastruktura związana z energetyką konwencjonalną. Na podstawie badań przeprowadzonych w USA wykazano, że co roku na skutek kolizji z liniami przesyłowymi ginie około 174 mln ptaków [Kustusch i in., 2013, s. 267].

Elektrownie wiatrowe nie powodują zanieczyszczenia powietrza, gleby czy wody, często się jednak mówi o powodowanym przez nie „wizualnym zanieczyszczeniu” środowiska. Problem ten jest tym poważniejszy, że odpowiednie do budowy farm wiatrowych obszary to zazwyczaj tereny nadmorskie bądź górskie, których walory krajobrazowe mogą trwale ucierpieć skutkiem

budowy tych instalacji. Elektrownie wiatrowe są urządzeniami wysokimi (do 150 m), o kontrastowym kolorze w stosunku do tła nieba oraz powierzchni ziemi, przez to ich widoczność z dużych odległości jest bardzo wyraźna. By przeprowadzić ocenę wpływu projektowanych inwestycji na krajobraz nie wystarczy tylko stwierdzić, że są one widoczne. Rozważany jest także wpływ na zmianę dotychczasowego otoczenia, który w dużej mierze jest sprawą subiektywnego postrzegania. W społeczeństwie istnieje przekonanie, że wybudowanie elektrowni może negatywnie odbić się na rozwoju turystyki i sportów wodnych, bądź górskich [Cialdea et al., 2010, s. 4]. Jednak nie wszyscy podzielają opinię o negatywnym wpływie turbin wiatrowych na krajobraz. W sondażu zrealizowanym w roku 2006 wśród mieszkańców Szwajcarii 87% ankietowanych opowiedziało się za rozwojem energetyki wiatrowej, zaś wyniki badań, przeprowadzonych przez European Wind Energy Association [European Wind Energy Association, 2014, s. 13] wskazują na podobne tendencje w całej Europie.

Powyżej opisano oddziaływanie dużych elektrowni wiatrowych na środowisko. Większość tych zagrożeń środowiskowych nie ma zastosowania w przypadku energetyki prosumenckiej, lub zagrożenia te są znacząco mniejsze. Dla prosumentów dedykowana jest kategoria mikro (do 100W) i małych (od 100W do 50kW) elektrowni wiatrowych (MEWi), które w przeciwieństwie do wielkoskalowych elektrowni wiatrowych charakteryzują się niską mocą generatora (według norm International Energy Agency). Ich moc znamionowa nie przekracza 50kW (w Polsce poniżej 100 kW) i pozyskują energię wiatru z przyziemnych warstw atmosfery (zazwyczaj wysokość masztu nie przekracza 30 m). Aktualnie w Europie funkcjonuje ok. 120 MW małych elektrowni wiatrowych o przeciętnej mocy od 2 do 5 kW, przy czym ponad połowa funkcjonuje w Wielkiej Brytanii, gdzie zainstalowano łącznie 65MW.

Małe elektrownie wiatrowe w UK instalowane są przede wszystkim na obszarach wiejskich, jako alternatywne źródło dochodu, zasilania gospodarstwa domowego w energię lub związane z oświetleniem ulic, znaków drogowych i reklam przydrożnych [Krajowy plan mikroinstalacji..., 2013, s. 11].

3.2. Biomasa dla energetyki prosumenckiej a zasoby, różnorodność biologiczna i krajobrazowa

Pozyskiwanie zasobów, w postaci biomasy, do instalacji przydomowych wytwarzających energię na potrzeby zidentyfikowanych grup prosumentów, czyli np. gospodarstw domowych, gospodarstw rolnych oraz małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP), które lokują się głównie na obszarze wsi i terenów podmiejskich [Energetyka prosumencka, 2013, s. 16], obejmuje działania prowadzące do utworzenia, m.in. jednogatunkowych plantacji roślin. Gatunki roślin, określane mianem roślin energetycznych, uzyskujących duże przyrosty biomasy w stosunkowo krótkim czasie to w większości przedstawiciele gatunków obcego pochodzenia. Działania zmierzające do pozyskania biomasy na cele energetyczne, głównie do spalania i uzyskania ciepła, są uzasadnione, ponieważ 60,3% całkowitej powierzchni naszego kraju to użytki rolne [Ericson, 2006, s. 17], w tym grunty orne – 47,5% [Rocznik Statystyczny..., 2013, s. 821]. Osiągnięcie 20% udziału OZE w bilansie energii w 2020 r. spowoduje zapotrzebowanie na ok. 8 milionów ton biomasy. Podkreślenia godny jest również fakt, że do produkcji biomasy z roślin energetycznych można, z powodzeniem, wykorzystać grunty o średniej lub niskiej jakości, np. te zanieczyszczone metalami ciężkimi [Pogrzeba i in., 2013, s. 1].

Wybór roślin, z których można pozyskiwać energię powinien, poza parametrami istotnymi dla wydajności energetycznej, uwzględniać również wpływ na różnorodność biologiczną i zmiany chemiczne oraz fizyczne elementów środowiska. Przykładem takiego gatunku jest *Miscanthus x giganteus*, który w Polsce uprawiany jest na 1800 ha, wytwarzając dwukrotnie wyższą biomasę od tej otrzymanej z rodzimej wierzby wiciowej [Abbasi, Abasi, 2010, s. 922], [El Bassam, 2010, s. 243], dochodzącej do 30 t $\text{sm} \cdot \text{ha}^{-1}$ i wartości energetycznej 18,5 MJ $\cdot \text{kg} \text{sm}^{-1}$. Miskant olbrzymi jest obiecującą rośliną energetyczną, która do wzrostu, szczególnie we wstępnym etapie wzrostu, wymaga zużycia dużej ilości wody. U miskanta i innych traw, oprócz mozgi, fotosynteza prowadzona jest wg szlaku C_4 , w której rośliny te lepiej wykorzystują światło, wodę i składniki

pokarmowe. Dlatego z reguły wydają większe plony suchej masy z hektara, szczególnie w latach o wyższych temperaturach.

Gatunek ten nie emituje dwutlenku węgla, bo tyle emituje dwutlenku węgla podczas spalania, ile pobrał z powietrza podczas wzrostu. Wykazując się niską podatnością na choroby nie wymaga stosowania pestycydów, obniżając tym samym ryzyko zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych [Gosse, 1995, s. 54].

Plantacje miskanta stwarzają ryzyko erozji gleby, szczególnie przed rozpoczęciem intensywnego wzrostu, kiedy występuje brak pokrycia gruntu roślinnością i gdy opady deszczu są bardziej intensywne. Badania wykazują, że uprawa tej rośliny na terenach zanieczyszczonych prowadzi do gromadzenia metali ciężkich w jej tkankach i podczas opadania liści może prowadzić do ponownego uwolnienia metali do środowiska np. do wody. Procesy spalania mogą prowadzić do ponownej emisji metali do atmosfery, a popiół nie powinien być stosowany w tym przypadku, jako nawóz [Dembiras, 2005, s. 184]. Generalnie miskant jest rekomendowany do stosowania, po spaleniu biomasy pozostaje niewiele popiołu, co jest atutem miskanta olbrzymiego.

Jest wysoce prawdopodobne, że niektóre z obcych bylin, których przedstawicielem jest miskant, będą spontanicznie przenikać z plantacji energetycznych do innych ekosystemów. Najbardziej prawdopodobna jest „ucieczka” z upraw ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita*), ponieważ posiada on zdolność do generatywnej reprodukcji i spontanicznej dyspersji diaspor. W przypadku pozostałych gatunków, z uwagi na krótki okres wprowadzenia do doświadczeń i upraw, rokowania, co do ich inwazyjności są na tym etapie mało przewidywalne [Anioł-Kwiatkowska, Śliwiński, 2009, s. 37]. Autorzy wskazują jednak na zagrożenie ekosystemów leśnych przez miskanta, ponieważ w Chinach i Japonii rośnie on na terenach podgórskich na obrzeżach widnych lasów, a w najnowszych badaniach prowadzonych w USA, wskazano, że pola uprawne i zaburzone ekosystemy leśne były najbardziej podatne na wnikanie gatunków miskanta olbrzymiego [Smith, Barney, 2014, s. 97].

Dotychczasowe wyniki eksperymentów potwierdzają, że wprowadzanie miskanta olbrzymiego i innych gatunków roślin z przeznaczeniem do produkcji biomasy na cele energetyczne, jest uważany za jeden z głównych szlaków inwazji biologicznych [Reichard, White, 2001, s. 107]. Ryzyko zagrożenia różnorodności wynika z tworzenia monokultur roślin energetycznych czy możliwości kumulacji patogenów. Dążenie do uzyskania jednorodności surowca energetycznego jest sprzeczne z zachowaniem różnorodności biologicznej, ponieważ niszczone są siedliska lub dochodzi do ich fragmentacji, co stanowi potencjalne zagrożenie dla różnych ekosystemów i ich usług. Natomiast, jak wykazały badania innych autorów [Sage i in., 2006, s. 189] wprowadzenie plantacji wierzby przyczyniała się do wzrostu bogactwa występującej flory i fauny w porównaniu z gruntami ornymi. W okresie czteroletnich badań na plantacjach tej rośliny występowało 133 gatunków roślin, a na porównywalnych powierzchniach gruntów ornich 97 gatunków. Stwierdzono również, że uprawa wierzby miała pozytywny wpływ na różnorodność ptaków [Berg, 2002, s. 268].

Warto odnotować, że bogactwo gatunkowe ptaków na plantacjach średnio wynosiło 3,1 osobników ha^{-1} , na gruntach ornich 0,8 osobników ha^{-1} a na obszarach użytków zielonych - 1,6; z podkreśleniem generalnie braku zachowań lęgowych. Dla porównania w lasach lęgowych odnotowano średnio 8 osobników ha^{-1} , które tworzyły pary w okresie lęgowym [Wesołowski i in., 2006, s. 58]. Należy pamiętać, że wierzba wiciowa (krzewiasta) (*Salix viminalis*), stosowana jako roślina energetyczna, jest gatunkiem rodzimym. Gatunek ten wysadzany jako plantacje generuje siedliska przyjazne dla bezkręgowców, szczególnie motyli, ponieważ na jej terenie nie stosuje się pestycydów, jak to ma miejsce na gruntach ornich. Obecność bezkręgowców przyciąga małe ssaki, płazy i gady. Co do upraw gatunków obcego pochodzenia, jak wspomniany wcześniej miskant, wiadomym jest, że będą stwarzać gorsze siedliska dla flory i fauny niż uprawa gatunków rodzimych, prowadząc do ograniczenia różnorodności biologicznej.

Kolejną kwestią dotyczącą plantacji roślin energetycznych jest fakt, że ze względu na ograniczoną powierzchnię terenów odpowiednich dla ich uprawy, istnieje zagrożenie, że mogą być zakładane na terenach wybrzeży, mokradeł, zadrzewień i zakrzewień, które odgrywają znaczącą rolę ekologiczną. Dlatego też należy uwzględnić, w pierwszej kolejności, zakładanie upraw na

terenach zdegradowanych, które w ten sposób mogą odzyskać wartość gospodarczą [Cook, Beyea, 2000, s. 442].

Podobnie jak zakładane plantacje roślin energetycznych, można rozważać potencjał biomasy występujący na terenach zdegradowanych takich jak: hałdy górnicze, tereny po likwidacji obiektów produkcyjnych czy skażone na skutek działalności przemysłowej, na których masowo występują gatunki roślin dzikorosnących. Wielkość produkowanej biomasy przez roślin zależy od składu gatunkowego powstałego spontanicznie zbiorowiska roślinnego. Szacunkowo może ona wynosić $7,0 - 27,0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ s.m.}$ Rośliny dziko rosnące tworzą najczęściej zwarte jednogatunkowe agregacje np. trzcinnika piaskowego lub gatunków nawłoci z niewielkim udziałem innych gatunków [Patrzalek i in., 2013, s. 38]. Biologia gatunków dominujących, szczególnie ich wzrost, jest całkowicie nastawiony na opanowywanie nowych obszarów (przyrost kłaczy $100-150 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$) i zwiększanie swojego udziału na terenach już zajętych przez inne gatunki. Przy spalaniu słomy roślin dziko rosnących uzyskujemy porównywalną wartość opałową z węglem brunatnym (ok. $20 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) lub wieloletnich roślin uprawnych, takich jak: łodygi słonecznika bulwiastego czy miskanta cukrowego [Patrzalek i in., 2011, s. 45]. Jednak ciągle występuje brak zainteresowania wykorzystaniem około 300 tys. ton suchej biomasy dziko rosnącej na śląskich terenach zdegradowanych, których powierzchnię w tym kontekście szacuje się na ponad 20 tys. ha [Popczyk, 2013, s. 26].

Wielkoobszarowe monokultury uprawianych, wieloletnich roślin energetycznych będą miały wyraźnie negatywny wpływ również na walory estetyczne np. krajobrazu rolniczego. Zmniejszać będą jego mozaikowate bogactwo. Ze względu na wysokość roślin, dochodzącą w przypadku miskanta do 3 m, zaś trzyletniej wierzby od 5 do 7 m, stwarzać będą wizualne bariery ograniczające otwartość krajobrazu rolniczego. Ponieważ gleby o wysokim zwierciadle wód gruntowych położone są z reguły w dolinach rzecznych, to lokalizowanie tam wieloletnich plantacji roślin energetycznych, co jest wymuszone ich potrzebami wodnymi, pogorszy walory krajobrazowe tych dolin, ale również innych struktur krajobrazowych.

Mimo, że dotychczasowe wyniki badań wykazały, że wpływ na środowisko upraw energetycznych, np. wierzby i miskanta, jest porównywalny pod względem oddziaływania na środowisko do tradycyjnych upraw rolnych [EEA Technical Report, 2006, s. 18], należy perspektywicznie analizować oddziaływanie plantacji na środowisko, w szczególności wkraczania obcych gatunków do fitocenoz pól – i naturalnych.

3.3. Materiały dla fotowoltaiki a środowisko

W Polsce zainteresowanie inwestorów energetyką słoneczną jest stosunkowo nowym zjawiskiem, które w przyszłości rokuje rozwój i najprawdopodobniej będzie odgrywać coraz większą rolę w wytwarzaniu energii. Zanim powszechne będą tworzone farmy fotowoltaiczne, urządzenia lokowane na dachach domów, należy uwzględniać ich określoną czasowo trwałość i pojawienie się w środowisku np. jako odpadu. Oczywiście negatywne oddziaływanie ogniw fotowoltaicznych będzie dotyczyć, podobnie jak w przypadku farm wiatrowych m.in. ptaków (dodatkowy czynnik wysoka temperatura, która pali pióra ptaków), owadów i siedlisk [Tryjanowski, Łuczak, 2013, s. 2], w zależności od lokalizacji instalacji. Istotnym problemem mogą być również kolizje z działającymi jak lustra, powierzchniami fotowoltaicznymi [Protogeropoulos, Zachaiou, 2010, s. 1832].

Analiza cyklu życia produktu (LCA) - instalacji fotowoltaicznej, obejmuje (1) wytwarzanie modułów, (2) etap instalacji i eksploatacji oraz (3) koniec życia ogniw. Najbardziej kosztowne, pod względem wykorzystania zasobów przyrody są etapy wytwarzania i recyklingu [Mroziński, 2010, s. 86]. Ze względu na rozwój tej gałęzi energetyki odnawialnej, może pojawić się zapotrzebowanie na masowy recykling modułów fotowoltaicznych. Jeżeli tak się nie stanie, będą trafiać na składowiska odpadów komunalnych. Szacuje się, że w roku 2040 ilość wyeksploatowanych i zużytych modułów PV osiągnie 33 500 ton.

Ponieważ najczęściej wykorzystywanym materiałem do produkcji ogniw fotowoltaicznych jest nieorganiczny krzem (I generacja), działania ograniczające powstawanie odpadów w środowisku

obejmują m.in. produkcję proszku krzemowego z uszkodzonych i poużytkowych ogniw. Proszek można wykorzystać ponownie lub zastosować, jako dodatek stopowy do stali w przemyśle metalurgicznym. Można również odzyskiwać całe płytki krzemowe.

Spore nadzieje związane są z nowymi materiałami organicznymi (II i III generacja), ze względu na niski koszt wytwarzania i instalacji oraz wiele nowych cennych zalet wytwarzanych z tych materiałów ogniw, takich jak elastyczność, giętkość i lekkość. Otwiera to nowe możliwości praktycznych zastosowań ogniw fotowoltaicznych i nowych problemów z ich funkcjonowaniem w środowisku [Mroziński, 2010, s. 86].

Podsumowanie

W sytuacji bardzo poważnych konsekwencji środowiskowych, będących efektem nie zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego w okresie ostatnich dwóch wieków, koniecznym jest stworzenie modelu społecznego i gospodarczego, w tym energetyki, który byłby odpowiedzią na te wyzwania. Model trzeciej rewolucji przemysłowej, w której rozproszona energetyka odnawialna jest jednym z jej filarów, wydaje się spełniać te oczekiwania, gdyż opiera się na tych samych zasadach, według których funkcjonują ekosystemy. W obu tych układach zasadniczą rolę odgrywa współpraca, wzajemna pomoc i rozproszenie.

Ponieważ *„każda działalność człowieka, a szczególnie inwestycyjna, to ingerencja w środowisko przyrodnicze. Wszystko ma znaczenie, wszystko ma jakiś wpływ na krajobraz, ptaki, hałas. Podstawową kwestią jest poznanie i minimalizacja tego wpływu”* (Jarosław Mroczek, prezes Polskiego Stowarzyszenia Energetyki wiatrowej). Dlatego wprowadzając nowe źródła energii (prosumenckie) należy w bilansie ekonomicznym uwzględnić również koszty środowiskowe, które ponosimy jako inwestorzy.

PROSUMER POWER ENERGETICS OR RETURN TO THE SOCIETY WHICH FUNCTIONING ACCORDING TO LAWS OF NATURE

Abstract: In the case of the progressive destruction of the biosphere the search for social and economic model (in which energy is a key element), which would be able to ensure the continued operation of our society, prosperity and wellbeing of future generations is still continued. These conditions seem to meet the model of the third industrial revolution, in which the prosumer power energetics is one of the five pillars. This model operates by the same rules that we observe in natural ecosystems. In both dispersal, cooperation and mutual assistance play the vital role. The use of new technical solutions, presented on selected examples, for the needs of prosumer power engineering, poses new risks for the environment. Prosumers who decide to use the micro-generation should be aware of how their activity can affect the environment in which they live. This is especially important as the generation of energy by its simultaneous recipients is a relatively new phenomenon in our country.

Key words: prosumer power energetics, symbiotic interactions, threats to the environment

Literatura

- [1] Abbasi T., Abbasi S.A.: Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14:919–937.
- [2] Anioł-Kwiatkowska J., Śliwiński M.: Obce rośliny energetyczne – zagrożenie dla flory Polski, *Pamiętnik Puławski*, 2009, 150: 35–44.
- [3] Bäckhed F., Ley R. E., Sonnenburg J. L., Peterson D. A., Gordon J. I.: Host-bacterial mutualism in the human intestine, *Science*, 307, 2005, 1915–1920.
- [4] Barfield O.: *Saving the appearances; a study in idolatry*. Harcourt, Brace & World, Nowy Jork, 1965.

- [5] Berg A.: Breeding birds in short-rotation coppice on farmland in central Sweden - the importance of *Salix* height and adjacent habitats, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2002, 90: 265-276.
- [6] Boselli M., Parrino L., Smerieri, Aand Terzano M.G.: Effect of age on EEG arousals in normal sleep, *Sleep* 1998, 21: 351–357.
- [7] Boyle G., Everett B., Ramage J.: *Energy for a sustainable future*. Oxford University Press, Oxford, 2003.
- [8] Cialdea D., Maccarone A., Sollazzo A.: Wind energy and landscape in Molise – Legislation, Incentives and Problems, *European Association for the Development of Renewable Energies, Environment and Power Quality (EA4EPQ)*, 2010 (<http://www.icrepq.com/icrepq'10/493-Cialdea.pdf>) (dostęp: 12.06.2014).
- [9] Cook J., Beyea J.: *Bioenergy in the United States: progress and possibilities*, *Biomass and bioenergy*, 2000, 18: 441–455.
- [10] Dembiras A.: Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2005, 31:171-192.
- [11] Devall B., Session G.: *Ekologia głęboka. Pusty Obłok*, Warszawa, 1994.
- [12] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
- [13] EEA Technical Report, *Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture*, 2006, 7.
- [14] EEA: *Środowisko Europy. Stan i Prognozy. Synteza*, Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga, 2010.
- [15] Eksperci: mikroflora jelitowa to ważny organ, o który trzeba dbać: <http://wiadomosci.onet.pl/nauka/eksperci-mikroflora-jelitowa-to-wazny-organ-o-ktor,1,5078490,wiadomosc.html> (dostęp: 30.5.2013)
- [16] El Bassam N.: *Handbook of bioenergy crops: a complete reference to species, development and applications*, EarthScan, London, 2010; 240-251.
- [17] *Energetyka prosumencka możliwości i korzyści dla odbiorcy końcowego*, Instytut im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa, 2013, s. 48.
- [18] *Environmental Impacts of Wind-Energy*, 2007, Projects Committee on Environmental Impacts of Wind Energy Projects Board on Environmental Studies and Toxicology Division on Earth and Life Studies, Washington (http://www.vawind.org/assets/nrc/nrc_wind_report_050307.pdf) (dostęp: 14.06.2014).
- [19] Ericsson K., Rosenqvist H., Ganko E., Pisarek M., Nilsson L.: An agro-economic analysis of willow cultivation in Poland, *Biomass and Bioenergy* 2006; 30:16–27.
- [20] *European best practice guidelines for wind energy development*, 2012, s. 26, http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/doc/wind_energy/best_practice.pdf (dostęp: 04.05.2014).
- [21] *European Wind Energy Association*, 2014, <http://www.ewea.org/publications/reports/saving-water-with-wind-energy/>, (dostęp: 12.06.2014).
- [22] Everndon N.: *Beyond Ecology*, *North American Review*, 263, 1978, 16–20.
- [23] Gilding P.: *The Great Disruption: Why the Climate Crisis Will Bring On the End of Shopping and the Birth of a New World*. Bloomsbury Press, New York, 2011.
- [24] Gosse G.: *Environmental Issues and Biomass*, *Biomass for Energy, Environment, Agriculture and Industry*, Proceedings of the 8th European Conference, Vol.1, Ed. Chartier P., Beenackers A.A.C.M., Grassi G., Pergamon Press, (1995), 52–62.
- [25] Halpern B. S., Walbridge S., Selkoe K. A., Kappel C. V., Micheli F., D'Agrosa C. et al.: A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems, *Science*, 319, 2008, 948–952.
- [26] Kareiva P., Watts S., McDonald R., Boucher T.: Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare, *Science* 316, 2007, 1866–1869.
- [27] *Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do 2020 Roku*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, Warszawa, s. 48. [pdf.www.ieo.pl](http://www.ieo.pl) (dostęp: 02.06.2014).

- [28] Kustusch K., Wuczyński A., Gorczewski A.: Ptaki i napowietrzne linie elektroenergetyczne. Rodzaje oddziaływań, ich przyczyny i znaczenie dla populacji ptasich, *Ornis Polonica*, 2013, 54: 257–278.
- [29] Larsen J.K., Guillememette M.: Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, *Journal of Applied Ecology*, 2007, 44 (3) 516–522.
- [30] Lavelle P.: Faunal Activities and Soil Processes: Adaptative Strategies That Determine Ecosystem Function, *Advances in Ecological Research*, 27, 1997, 93–132.
- [31] Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Island Press, Washington, DC, 2005.
- [32] Mroziński A., Recykling ogniw fotowoltaicznych, *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2010, 49(5), 85–86.
- [33] Patrzalek A., K. Nowińska, Sierka E.: Zbiorowiska roślin dziko rosnących na terenach poza rolniczym użytkowaniem jako potencjał energetyczny. *Nowa Energia*, 2013, 2-3:38-39.
- [34] Patrzalek A., Kozłowski S., Wędrzyński A., Trąba, C.: Trzcinnik piaskowy jako potencjalna „roślina energetyczna”, *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice*, 2011, s. 51.x
- [35] Pogrzeba M., J. Krzyżak J. Sas-Nowosielska A.: Environmental hazards related to *Miscanthus x giganteus* cultivation on heavy metal contaminated soil, *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, (DOI: 10.1051/e3sconf/20130129006), 2013.
- [36] Popczyk J.: Wytworzyć za pomocą RPO 2014÷2020 (i innych programów wsparcia) śląską inteligentną specjalizację: energetykę prosumencką zdolną po 2020 roku do rozwoju bez wsparcia, *Śląskie Studia Regionalne*, s. 23-39. <http://ssr.slaskie.pl/zalaczniki/2013/12/19/1387443381.pdf> (dostęp: 02.06.2014).
- [37] Protogeropoulos C, Zachariou A.: Photovoltaic module laboratory reflectivity measurements and comparison analysis with other reflecting surfaces. *Materials from 25nd European Photovoltaic Solar Energy Conference*, 6–10 September 2010, Valencia, Spain.
- [38] Reichard S.H., White P.: Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States, *BioScience*, 2001, 51, 103-113.
- [39] Rifkin J.: Trzecia Rewolucja Przemysłowa. Jak lateralny model władzy inspirowuje całe pokolenie i zmienia oblicze świata, *Wyd. Sonia Draga, Katowice*, 2012.
- [40] Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E. F. et al.: A safe operating space for humanity, *Nature*, 2009, 461, 472–475.
- [41] Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2013, s. 37, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej-2013,2,8.html#> (dostęp: 02.05.2014).
- [42] Rogers A. D., Laffoley D .d'A.: International Earth system expert workshop on ocean stresses and impacts. Summary report. IPSO Oxford, 2011.
- [43] Sage R. B., Cunningham M., Boatman N.: Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and review of bird census data from energy crops in England. *Ibis*, 2006, 148: 184–197.
- [44] Smallwood K. S., Thelander, C. G.: Bird mortality in Altamont Pass Wind Resource Area California, *The Journal of Wildlife Management*, 2008, 72: 215–213.
- [45] Smith L.L., Barney J. N.: The Relative Risk of Invasion: Evaluation of *Miscanthus x giganteus* Seed Establishment, *Invasive Plant Science and Management*, 2014, 7(1):93–106.
- [46] Smith S. E., Read D. J.: *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic, San Diego, CA, second edition, 1997.
- [47] Stryjecki M., Mielniczuk K.: Wytyczne w zakresie prognozowania oddziaływań na środowisko farm wiatrowych, *Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa*, 2011.
- [48] Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zajac M., Zajac A. Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C.: Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych, *Warszawa*, 2012, s.106.
- [49] Tryjanowski P., Łuczak A.: Wpływ elektrowni słonecznych na środowisko przyrodnicze, *Czysta Energia*, 2013, 1:1–4.

[50] Walczyńska A.: Życie we wnętrzu drzewa, *Wszechświat*, 104, 2003, 279–282.

[51] Wesołowski T., Rowiński P., Mitrus C., Czeszczewik D.: Breeding bird community of a primeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland) at the beginning of the 21st century, *Acta Ornithologica*, 2006, 41. 1: 55–70.

[52] Weiner J.: Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN, Warszawa, 1999.

Datowanie (wersja oryginalna) – 10.11.2014 r.