Prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski,
Politechnika Warszawska
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
Zakład Racjonalnego Użytkowania Energii

mgr inż. Łukasz Baran
Politechnika Warszawska
doktorant na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa

Model zrównoważonej produkcji energii z biomasy[1)]

Model of a sustainable biomass energy production

Wzrost produkcji brutto energii OZE w państwach członkowskich Unii Europejskiej (UE) jest jednym z priorytetowych celów polityki klimatyczno-energetycznej. Obecnie proces ten odbywa się to kosztem wielu problemów natury społeczno-ekonomicznej, oddziałujących na gospodarkę sektora OZE oraz inne gałęzie gospodarki z nią powiązanych. Odpowiedzialność za taki stan w dużej mierze spoczywa na głębokiej zależności i powiązaniu sektora energetyki OZE z innymi sektorami gospodarki krajowej. Przegląd problemów związanych z rosnącą penetracją OZE w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym można znaleźć np. w pracy [1]. Niestety, mimo wieloletnich doświadczeń oddziaływania te nie znajdują odzwierciedlenia w obecnie funkcjonujących i proponowanych nowych systemach wsparcia produkcji energii OZE [2]. Obecnie, bezpośrednie promowanie (wspieranie) produkcji energii OZE realizowane jest niezależnie w poszczególnych państwach UE, przez jeden z mechanizmów wsparcia: system kwotowy (certyfikacja energii) oraz system cen gwarantowanych (feed-in tariff) lub kombinację tych systemów stosowaną np. w Danii i Holandii. Obowiązująca dyrektywa 2009/28/WE (dyrektywa OZE) nie narzuca konieczności stosowania konkretnego systemu z uwagi na różny potencjał państw w zakresie możliwości wykorzystania energii zasobów odnawialnych [3]. Analizę stosowania różnych systemów wsparcia OZE w państwach członkowskich zawierają liczne prace, np. [4], dodatkowo opublikowane w pracach [5] i [6] doświadczenia UE ze stosowania systemów, w których wykazano, że stosowane obecnie systemy niedostatecznie i niekoniecznie prawidłowo przenoszą korzyści i obciążenia wynikające z obowiązku stosowania OZE i w konsekwencji nierównomiernie obciążają różne podmioty uczestniczące w rynku energii.

Można wskazać niektóre cechy obecnych rozwiązań systemowych wsparcia, które nie pozwalają na spełnienie pokładanych w nich oczekiwań. Są to m.in.:

1) ukierunkowanie na realizację narodowego, ilościowego celu produkcji energii z OZE, przy pomijaniu wielu innych narodowych i regionalnych celów socjoekonomicznych,
2) równorzędne traktowanie technologii OZE – brak rozdzielenia i rozróżnienia technologii produkcji energii z różnych OZE,
3) brak możliwości wpływu na wybór lokalizacji technologii OZE poprzez kryteria ekonomiczne i społeczne (brak rejonizacji terytorialnej OZE jako wyniku realizacji lokalnych strategii rozwoju, np. wojewódzkich),
4) brak powiązania z innymi systemami wsparcia, np. wysokosprawnych technologii kogeneracyjnych, systemami wsparcia efektywności energetycznej, np. tzw. białymi certyfikatami,
5) brak możliwości promocji i wsparcia (wyróżnienia) rozwiązań innowacyjnych,
6) brak metodyki i procedur oceny skuteczności działania systemu mierzonej stopniem realizacji funkcji celu,
7) brak lub inercja mechanizmów niepozwalająca na uwzględnianie występujących (zmiennych w czasie) zjawisk rynkowych i społecznych – brak elastyczności bieżącej.

W dyrektywie 2009/28/WE określono ramy funkcjonowania oraz przedstawiono kryteria budowy wzorcowego systemu wsparcia produkcji energii elektrycznej lub ciepła w OZE, który w założeniu powinien sprostać zadaniu rozwoju OZE w sposób zrównoważony. W tym zakresie konieczne jest, aby system wsparcia uwzględniał:

- możliwość kontrolowania skutków i kosztów stosowania systemu,
- odpowiedni czas funkcjonowania, na tyle długi, aż ceny energii elektrycznej na rynku wewnętrznym będą odzwierciedlały pełne koszty i korzyści środowiskowe, społeczne i opieki zdrowotnej,
- wewnętrzną elastyczność w rozumieniu umożliwiania transferów statystycznych,
- brak wprowadzania wyznaczników lub specyfikacji technicznych innych od istniejących norm wspólnotowych,
- możliwość promowania lokalnych systemów ogrzewania i chłodzenia zasilanych z OZE,
- zrównoważenie produkcji energii w OZE i wsparcie zwiększania efektywności energetycznej.

[1)] Publikacja powstała w ramach projektu „Naukowcy dla gospodarki Mazowsza" współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Przedstawiony powyżej opis stanowi tło umożliwiające odniesienie się do obecnej sytuacji źródeł OZE (technologii OZE) w Polsce. Na przestrzeni ostatnich dwóch lat (od grudnia 2011 do lutego 2014 r.) ustawodawca przedstawiał osiem wersji ustawy o OZE, które w mniejszym lub większym stopniu oddziaływały na sektor OZE i inne gałęzie gospodarki powiązane z nim. Różnice pomiędzy poszczególnymi wersjami wprowadzały dużo zamieszania po stronie planowania inwestycji w nowe OZE (np. proponowane w wersji z października 2012 r. duże wsparcie dla fotowoltaikii) oraz bieżących planów, np. zrezygnowanie ze spalania biomasy – propozycja z 2012 r. Najważniejszą jednak wadą obecnego (jak również poprzednich) projektu ustawy o OZE z dnia 4 lutego 2014 r. jest brak propozycji prawnej pozwalającej na wykorzystanie potencjału gospodarczego i społecznego, jaki kryje się w źródłach i technologiach OZE. Wprowadzanie kryterium ekonomicznego, m.in. aukcje zakupu energii elektrycznej lub proponowany sposób obliczania ceny referencyjnej zakupu energii elektrycznej z OZE przez Operatorów Systemów Dystrybucyjnych, jako jednego kryterium stosowania technologii OZE pozwala przypuszczać, że wyznaczone w pracy [2] cele projektowanej ustawy mogą być trudne do osiągnięcia. Taka sytuacja może spowodować konieczność nowelizacji zapisów ustawy w krótkiej perspektywie, co przypuszczalnie bardzo niekorzystnie wpłynie na szeroko rozumiany sektor gospodarki OZE.

Jednym z możliwych rozwiązań przeciwdziałania takiej sytuacji jest wykorzystanie krajowych doświadczeń stosowania technologii OZE i stworzenie mechanizmu wsparcia produkcji energii elektrycznej i ciepła w OZE, który wykorzystywałby potencjał gospodarczy i społeczny, jaki niosą ze sobą technologie OZE przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności dostosowania do bieżących (i przyszłych nieprzewidywalnych) zmian wokół sektora OZE. Na konieczność uwzględnienia takich uwarunkowań w mechanizmie wsparcia OZE zwrócono uwagę m.in. w pracy [7]. W niniejszym artykule przedstawiono zarys autorskiej propozycji wsparcia mechanizmu promowania źródeł OZE poprzez wprowadzenie narzędzia do oceny zrównoważenia technologii odnawialnych. Metodologię oceny zrównoważenia przedstawiono na przykładzie procesu technologicznego produkcji energii z biomasy, który jako proces technologiczny łączy w sobie wiele zagadnień natury technicznej, społecznej i ekonomicznej, o wymiarze krajowym i regionalnym.

Produkcja energii z biomasy w Polsce

Załamanie się ceny świadectw pochodzenia na początku 2013 r. miało bardzo duży wpływ na ekonomiczne uzasadnienie spalania biomasy. Jednak, jak można zauważyć w tabeli 1, produkcja energii elektrycznej z biomasy i wydanych świadectw pochodzenia sukcesywnie rosła, co pokrywa się z ciągłym wzrostem cen świadectw pochodzenia na Towarowej Giełdzie Energii w roku 2013.

Końcowy raport za 2013 r. dotyczący ilości wydanych świadectw pochodzenia nie został jeszcze opublikowany przez URE, ale już widać, że w porównaniu z rokiem 2012, w którym dla biomasy wydano 49,17% wszystkich świadectw, udział roku poprzedniego nie zostanie przekroczony [8]. Na podstawie analizy dotyczącej tylko technologii biomasowych widać, jak obecnie stosowany w Polsce system kwotowy (certyfikacja energii) jest zależny od zachowań rynkowych i relacji pomiędzy popytem a podażą na energię z OZE. Jest to jedna z podstawowych wad tego systemu, ale również podobnych innych rozwiązań, które za jedyne kryterium decydujące o wysokości wsparcia produkcji uznają kryteria ilościowe wyprodukowanej energii.

Tabela 1

Ilość energii elektrycznej wytworzonej z biomasy, potwierdzona wydanymi świadectwami pochodzenia

	Produkcja energii z biomasy (współspalanie + spalanie bezpośrednie)				
	kwiecień 2013	maj 2013	lipiec 2013	wrzesień 2013	grudzień 2013
Liczba wydanych świadectw pochodzenia	42102,515	139 387,10	239 223,98	327 444,77	878 053,79
Udział w ogólnej liczbie wydanych świadectw*	5,80%	11,46%	18,92%	16,16%	34,23%

* udział procentowy odniesiony do ilości wydanych świadectw w okresie do miesiąca, w którym wydano raport.

Źródło: [17]

Model zrównoważonej produkcji energii z biomasy

Jednym z podstawowych wyzwań przygotowania założeń do nowego mechanizmu wsparcia OZE rozbudowanego o inne czynniki, np. społeczne, powinien być wymóg uzyskania wielopoziomowego kompromisu pomiędzy gałęziami gospodarki, z którymi współpracuje sektor OZE [7]. Dobrym przykładem do wykazania konieczności rozbudowania systemu wsparcia jest odniesienie się do rzeczywistego procesu technologicznego produkcji energii elektrycznej lub ciepła z biomasy, który jako przyjęty, w tym artykule, za reprezentatywny dla wszystkich technologii OZE, wykazuje najwięcej cech wiążących różne gałęzie i poziomy gospodarki kraju. Na rysunku 1 przedstawiono model procesu technologicznego wykorzystania biomasy w OZE. Przedstawienie procesu technologicznego jako ciągu następujących po sobie etapów pozwala na analizę jego poszczególnych składowych. Wskazane na rysunku 1 etapy odzwierciedlają rzeczywistą drogę transformacji biomasy w energię elektryczną lub ciepło.

Przedstawienie procesu produkcji energii z biomasy jako ciągu następujących po sobie etapów pozwala również na wskazanie i analizę najważniejszych czynników wpływających na zrównoważenie procesu technologicznego.

Obecnie przyjmowana w ustawie *Prawo energetyczne* granica oddziaływania źródła biomasowego ogranicza się do uwzględnienia Etapu III i Etapu IV (zakreślone na niebiesko na rys. 1) i nie obejmuje poza rynkiem energii pozostałych etapów procesu, które dla oceny zrównoważenia technologii biomasowej odgrywają znaczącą rolę.

Granica ta (zaznaczona na niebiesko) obrazuje również obecny zakres mechanizmu wsparcia produkcji energii z OZE (zielony certyfikat). Utrzymanie obecnie przyjętego modelu ograniczonego do analizy oddziaływania tylko pomiędzy dwoma końcowymi etapami technologicznego procesu biomasowego nie prowadzi do uzyskania pełnej oceny wpływu stosowanej technologii OZE na takie czynniki, jak zużycie energii w transporcie

Rys. 1. Etapy procesu produkcji energii elektrycznej lub ciepła z biomasy. Źródło: opracowanie własne

i przygotowaniu paliwa, zatrudnienie, emisja zanieczyszczeń, wykorzystanie ziemi. Zasadne wydaje się więc wprowadzenie do oceny zrównoważenia technologii biomasowej dodatkowych dwóch etapów procesu technologicznego.

Ocena zrównoważenia źródeł OZE

Metoda wykonywania oceny zrównoważenia źródeł OZE nie jest określona i przedstawiona w przepisach prawnych. Powodem tego może być wykorzystanie różnych atrybutów środowiska przez OZE, np. biomasa, wiatr, słońce oraz duża różnorodność technologii stosowanych w danej grupie producentów (np. biomasa spalana w postaci pyłu, biomasa spalana w postaci pelet słomianych). W odniesieniu do technologii biomasowych Komisja Europejska (KE) w § 17 Dyrektywy 2009/28/WE wskazała kryteria zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do biopaliw i biopłynów. Kryteria te zostały przedstawione w tabeli 2. Jednocześnie zgodnie z treścią opracowania [5] KE odmówiła podania takich kryteriów w stosunku do biomasy energetycznej, uzasadniając to różnorodnością technologii oraz warunków narodowych i regionalnych.

Tabela 2

Kryteria zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do biopaliw i biopłynów

Kryteria
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych dzięki wykorzystaniu biopaliw i biopłynów
Biopaliwa i biopłyny nie pochodzą z surowców uzyskanych z terenów o wysokiej wartości bioróżnorodności (lasy pierwotne, terenów chronionych, roślin chronionych, itp.)
Biopaliwa i biopłyny nie pochodzą z surowców uzyskanych z terenów zasobnych w pierwiastek węgla (tereny podmokłe, obszary stale zalesione, itp.)
Biopaliwa i biopłyny nie pochodzą z surowców pozyskanych z terenów, które były torfowiskami
Surowce rolne uprawiane we Wspólnocie i wykorzystywane do produkcji biopaliw i biopłynów są uzyskiwane zgodnie z wymogami i normami zasad dobrej kultury rolnej zapisanymi w rozporządzeniu Rady (WE) nr 73/2009

Źródło: Dyrektywa 2009/28/WE

W tym miejscu należy zadać pytanie dotyczące technologii biomasowej – czy stosowanie kryteriów zrównoważenia wskazanych przez KE w zakresie biopaliw i biopłynów jest wystarczające do oceny zrównoważenia technologii produkcji energii elektrycznej i ciepła z biomasy?

Dotychczas nie przedstawiono zasad oceny zrównoważenia procesów technologicznych dla żadnej ze znanych technologii odnawialnych. Aby dokonać oceny zrównoważenia procesu technologicznego należy wybrać, istotne z punktu widzenia ocenianej technologii, czynniki wpływające na uzasadnienie jej stosowania.

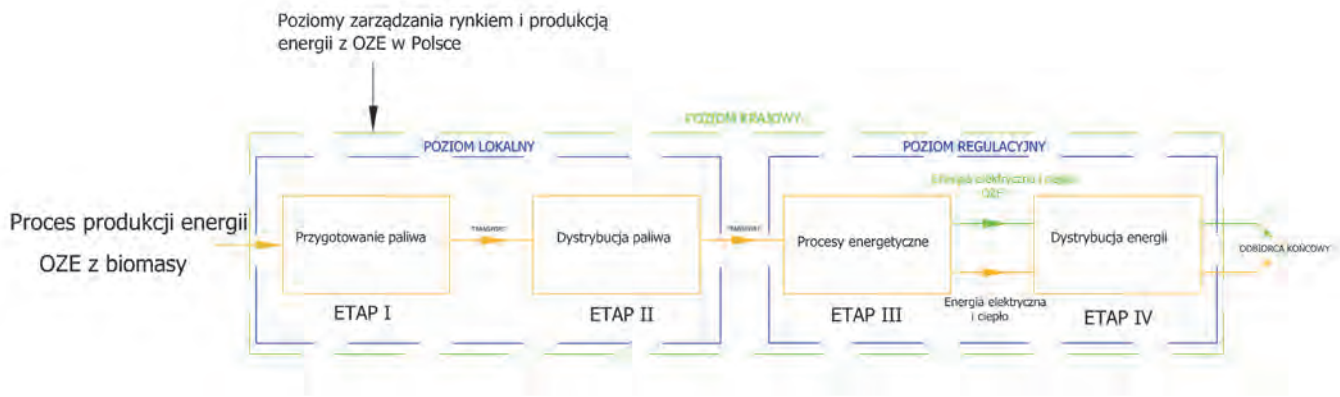
Lokalizacja źródła OZE

Przykładem wyboru i oceny wpływu istotnego czynnika dla technologii biomasowej jest lokalizacja źródła energii (producenta energii) w stosunku do miejsca produkcji biomasy. Wzajemna odległość, stosowane środki transportu, technologie załadunku i rozładunku mają istotne znaczenie przy ocenie zrównoważenia, głównie poprzez ich duży wpływ na efektywność energetyczną całego łańcucha energetycznego. Wymienione oraz podobne czynniki decydujące o rzeczywistym zrównoważeniu procesu w obecnym mechanizmie wsparcia nie są uwzględniane. Odnosząc się do przedstawionego na rysunku 1 modelu technologii biomasowej widzimy, że w ocenie jej zrównoważenia nie bez znaczenia są dwa pierwsze etapy, które skupiają w sobie predyspozycje lokalne do stosowania technologii biomasowej.

Zakres odziaływania uwarunkowań regionalnych przedstawiono poglądowo na rysunku 2. Odniesienie do roli czynników regionalnych przy wdrażaniu źródeł OZE można znaleźć w dyrektywie 2009/28/WE oraz w pracy [9]. Dodatkowo odniesienie do stosowania zrównoważonych OZE lub dążenie do zrównoważonego korzystania z zasobów środowiska uwzględnione jest m.in. w projekcie Strategii Rozwoju Województwa Mazowieckiego do 2030 r. W żadnym z przywołanych dokumentów nie wskazano jednak, w jaki sposób uwzględnić i wymiernie ocenić wpływ różnych uwarunkowań lokalnych na wykorzystanie OZE.

Przedstawienie procesu technologicznego produkcji energii i ciepła z biomasy, jak na rysunku 2, pozwala na wykazanie wpływu regionalnych uwarunkowań na wykorzystanie OZE. Przykładowo dla technologii biomasowej, poprzez stymulację upraw roślin energetycznych przeznaczonych dla lokalnego zakładu ciepłowniczego, a tym samym pośredni wpływ na zmniejszenie lokalnego bezrobocia.

Na rysunku 2, charakteryzującym proces produkcji energii z biomasy, przedstawiono również innowacyjną koncepcję podejścia do oceny zrównoważenia procesu technologicznego. Dzięki dokonaniu podziału technologii biomasowej na etapy możemy prowadzić ocenę zrównoważenia technologii biomasowej w odniesieniu do jednostkowego zakładu produkcji energii elektrycznej lub ciepła z biomasy. Takie podejście pozwoli na wykazanie zrównoważenia całego procesu technologicznego, a nie tylko oddzielnie jego etapów.



Rys. 2. Poziomy zarządzania w procesie produkcji energii elektrycznej lub ciepła z biomasy. Źródło: opracowanie własne

Wskaźnikowa ocena zrównoważenia technologii OZE

Jednym z możliwych sposobów wykazania zrównoważenia jest dokonanie oceny wskaźnikowej. Obecnie dostępne narzędzia, takie jak wskaźniki globalne np. ISEW – Index of Sustainable Economic Welfare [10] oraz EPI – Environmenetal Performance Index [11], są praktycznie nieprzydatne do oceny stopnia zrównoważenia technologii. Inne metody oceny typu „wejście – wyjście", takie jak technika LCA – Life Cycle Assessment, która odnosi się do szczegółowej analizy wyrobu w całym cyklu jego życia, są również nieodpowiednie [12]. Wadą techniki LCA jest odnoszenie się tylko do aspektów środowiskowych, które dopiero za pomocą innych przybliżeń możemy przedstawić w formie zdyskontowanej. Kierując się zapisami wpisanymi w dyrektywie 2009/28/WE oraz leżącymi u podstaw definicji zrównoważenia [13] kategoriami wpływu:

- ekonomiczną,
- ekologiczną,
- społeczną,
- technologiczną (dodatkowo, nie uwzględnianą w przywołanych źródłach literaturowych)

można wypracować metodykę oceny zrównoważenia technologii OZE na podstawie wydzielenia jednostkowych etapów procesu technologicznego.

Dzięki prowadzeniu indywidulanej oceny zrównoważenia procesu technologicznego OZE możliwe będzie:

- wprowadzenie zasad zrównoważenia do procesów technologicznych OZE uwzględniających inne niż tylko ilościowe korzyści stosowania technologii OZE,
- określenie efektywności energetycznej na poszczególnych etapach procesu produkcji energii z OZE, a co za tym idzie jej poprawę w miejscach, gdzie jest to możliwe,
- umożliwienie oddziaływania prawnego na różne gałęzie gospodarki powiązane z sektorem OZE,
- wprowadzenie zróżnicowanych zasad zrównoważenia dla poszczególnych technologii OZE (inne zasady dla elektrowni wiatrowych, fotowoltaicznych i wodnych itp.),
- indywidualne (selektywne) traktowania instalacji produkujących energię z OZE (rezygnacja z kryterium „wielkości" produkcji na korzyść „jakości" produkcji),
- prowadzenie elastycznej, przejrzystej i aktualnej w stosunku do uwarunkowań rynkowych oceny procesów technologicznych OZE.

Kategorie wpływu

Aby przybliżyć propozycję wprowadzenia oceny zrównoważenia procesów technologicznych OZE poprzez ocenę w kategoriach ekonomicznej, ekologicznej i społecznej, konieczne jest przypisanie im roli, jaką odgrywają w procesach technologicznych OZE.

Kategoria ekonomiczna jest kategorią, która na wszystkich etapach procesu technologicznego odgrywa największą rolę dla „operatora" danego etapu (osoba działająca w granicach danego etapu). W tej kategorii duże znaczenie mają zjawiska tworzenia podaży przez przepisy prawne, które to przekładają się na zjawiska makro- i mikroekonomiczne odnoszące się do poszczególnych etapów. Kluczowe dla kategorii ekonomicznej jest jednak oddzielenie etapu procesu inwestycyjnego od etapu eksploatacji, m.in. z uwagi na fakt, że sprzyjające uwarunkowania makroekonimiczne w czasie procesu inwestycyjnego nie zawsze pozytywnie wpływają na mikroekonomię przedsiębiorstwa w okresie eksploatacji.

Kategoria ekologiczna jest najczęściej analizowana i poddawana badaniom naukowym oraz komentarzom branżystów. W tej kategorii również należy rozdzielić zjawiska zachodzące podczas procesu inwestycyjnego (w trakcie którego przygotowywany jest dokument ocena oddziaływania na środowisko) od zjawisk zachodzących podczas eksploatacji. Tu z pomocą przychodzi technika LCA, której uwzględnienie w ocenie zrównoważenia może przynieść pozytywne skutki w postaci usystematyzowania i uwzględnienia najważniejszych procesów jednostkowych wpływających na proces właściwej eksploatacji OZE z biomasy. W obecnym układzie prawnym i rynkowym eksploatacja biomasowego OZE realizowana jest w ramach pozwolenia zintegrowanego, a założenia oceny odziaływania na środowisko (w tym raport środowiskowy) nie są weryfikowane po zakończeniu procesu inwestycyjnego. Dobrą ilustracją wpływu tej kategorii na proces produkcji energii jest ocena łącznika występującego pomiędzy poszczególnymi etapami procesu rzeczywistego i modelowego produkcji energii z biomasy (patrz rys. 1),

czyli transport biomasy. Transport biomasy może odbywać się drogą morską i lądową (kolej i auta ciężarowe). W zdecydowanej większości transport odbywa się przy wykorzystaniu aut ciężarowych, w szczególności w końcowej fazie – dystrybucja biomasy do zakładu. Rozpatrując obecne zapisy prawne w zakresie wsparcia OZE nie ma przeciwwskazań do transportu biomasy przy pomocy aut ciężarowych bez względu na odległość (promień transportu). Przyjmując, że dopuszczalna masa całkowita pojazdu wynosi 40 ton, z czego średnio około 26 ton stanowi ładunek netto i przeprowadzając modelowe obliczenia wpływu transportu 1000 ton biomasy uzyskuje się wyniki pokazane w tabelach 3 i 4.

Tabela 3

Wskaźniki charakteryzujące transport biomasy na odległość 100 km

Wyszczególnienie	Ładunek netto, t		
	26	20	12
Liczba transportów	38,5	50	83,3
Ilość spalonego paliwa, l	2 308	3 000	5 000
Ilość zużytej energii pierwotnej, GJ	74	96	160
Emisja jednostkowa, $kgCO_2/t_{biomasy}$	5,5	7,1	11,9

Źródła danych do przygotowania tabeli: Dyrektywa 2009/28/WE; Rozporządzenie UE 601/2012; [14]

Tabela 4

Wskaźniki charakteryzujące transport biomasy na odległość 300 km

Wyszczególnienie	Ładunek netto, t		
	26	20	12
Liczba transportów	38,5	50	83,3
Ilość spalonego paliwa, l	6 923	9 000	15 000
Ilość zużytej energii pierwotnej, GJ	222	288	480
Emisja jednostkowa, $kgCO_2/t_{biomasy}$	16,4	21,3	35,6

Źródła danych do przygotowania tabeli: Dyrektywa 2009/28/WE; Rozporządzenie UE 601/2012; [14]

Przedstawiona w tabelach 3 i 4 analiza transportu biomasy dotyczy tylko etapu dystrybucji biomasy, czyli dostawy do zakładu spalającego biomasę.

W obliczeniach nie ujęto dodatkowych ilości oleju napędowego zużywanego we wcześniejszym etapie – przygotowania paliwa, gdzie w dużym stopniu dominuje transport małotonażowy (prace rolne, transport wewnętrzny). Odnosząc ilość transportowanej biomasy – 1000 ton, przyczyniamy się do oszczędności energii pierwotnej w ilości 676 ton węgla (tj. około 14 TJ energii pierwotnej). Odnosząc tę wielkość do propozycji prawnej powrotu systemu wsparcia spalania wielopaliwowego jako jednej z technologii produkcji energii w OZE można wyliczyć, że już 18,5%[2] ($W_{ubiomasy}$ = 14 MJ/kg; $W_{uwęgla}$ = 19 MJ/kg) udział wagowy biomasy w mieszance z węglem pozwala na spełnienie obowiązku, o którym mowa w § 3 z [15], czyli 13-procentowego udziału produkcji energii z OZE przez przedsiębiorstwo energetyczne w 2014 r. W kolejnych latach masowy udział współspalanej biomasy rośnie uzyskując w 2021 r. 33,9%[3].

Dodatkowo w pracy [16] stwierdzono *„…Technologia współspalania powoduje mobilizację rynku biomasy, a co za tym idzie pozytywnie wpływa na sektory mające związek z tym paliwem…”*.

[2] Obliczono dla 100 MWh energii elektrycznej

[3] Obliczono dla 100 MWh energii elektrycznej

Tabela 5

Wnioski z analizy transportu i spalenia 1000 ton biomasy

Pozytywne	Negatywne
Spalanie biomasy przyczynia się do oszczędności energii pierwotnej zgromadzonej w węglu	Duże ilościowe zużycie oleju napędowego 0,023 l/km/t (dla auta w pełni załadowanego)
Energia pierwotna zużyta do transportu samochodowego biomasy (dla 1000 ton) stanowi 0,5% energii zgromadzonej w transportowanej w biomasie	Brak wytycznych do określenia uzasadnionych granic (promienia) transportu biomasy do zakładu spalającego biomasę
	Emisja jednostkowa CO_2 z transportu biomasy znacząco wzrasta wraz z promieniem transportowym biomasy

Z przedstawionych w tabeli 5 informacji wynika, że prowadzona na podstawie obecnie podawanych wskaźników jednostkowa emisja CO_2 w transporcie nie reprezentuje w pełni wpływu transportu na zrównoważenie procesu produkcji energii z biomasy. Analizowanie emisyjności transportu jest niewystarczające i konieczne jest uzupełnienie tego wskaźnika o inny, np. ilość zużywanego paliwa do transportu biomasy a tym samym zwrócenie uwagi na odległość, z jakiej jest ona transportowana. Uznanie transportu biomasy jako jednego z istotnych czynników kategorii ekologicznej, wpływających na ocenę zrównoważenia technologii biomasowej, może w znacznym stopniu wpłynąć na określenie stopnia zrównoważenia procesu produkcji energii z biomasy.

Kategoria społeczna jest kategorią odnoszącą się do lokalnych warunków społecznych, dla których budowa OZE wykorzystującego biomasę może poprawić warunki socjalne oraz wpłynąć na zmianę zachowań społeczeństwa w stosunku do otaczającego środowiska. Kategoria ta może również posłużyć władzom lokalnym do aktywizowania obszarów zdolnych do przyjęcia przemysłu energetycznego (produkcja urządzeń wykorzystywanych w technologiach OZE), który może dobrze wpłynąć na rozwój lokalny.

Kategoria technologiczna jest kategorią odnoszącą się do możliwości fizycznej implementacji technologii OZE w dowolnym rejonie kraju. Obecnie dostępne technologie produkcji energii z OZE różnią się znacząco między sobą, stąd istnieje konieczność ich zróżnicowania również przy prowadzeniu oceny pod kątem technologicznym. Władze lokalne posiadające tereny o sprzyjających warunkach dla wybranej technologii powinny mieć możliwość hierarchicznego promowania na ich terenie takich technologii, np. energetyka wiatrowa w pasie nadmorskim. Dużą rolę odgrywają tu dokumenty referencyjne BREF (BAT Reference Notes), które stanowią opis najlepszych dostępnych technik w zakresie stosowania danej technologii produkcji. Dla produkcji energii elektrycznej lub ciepła z biomasy taki dokument jeszcze nie powstał.

Wnioski

Mechanizm bezpośredniego wsparcia produkcji energii z OZE jest potężnym narzędziem prawnym i ekonomicznym, dzięki któremu możliwe jest przeniesienie zobowiązań środowiskowych na poszczególnych uczestników rynku energii z OZE. Dotychczas instrument ten wykorzystywany jest jedynie

do osiągnięcia celów ilościowych produkcji energii z OZE. Proponowane w kolejnych projektach ustawy o OZE rozwiązania odbiegają również od sygnalizowanej przez rynek oraz liczne komunikaty KE konieczności i obowiązku wykorzystania potencjału gospodarczego i społecznego, jaki posiadają źródła i technologie OZE. Z uwagi na trwające prace legislacyjne nad ostateczną treścią ustawy o OZE mamy unikatową szansę stworzenia systemu wsparcie OZE realizującego cele polityki zrównoważonego rozwoju.

Warunkiem do realizacji celów (nie tylko produkcyjnych) stosowania technologii OZE jest uwzględnienie roli innych niż tylko ekonomiczne czynników decydujących o zasadności stosowania technologii OZE. Aby to zrealizować konieczne jest uzupełnienie mechanizmu wsparcia produkcji energii OZE o narzędzie oceny zrównoważenia technologii OZE łączące i uwzględniające wpływ czynników społecznych, środowiskowych i ekonomicznych.

Przygotowanie narzędzia, które będzie aktywizowało wszystkich uczestników procesu technologicznego OZE (na poszczególnych etapach produkcji, patrz rys.1) do przestrzegania określonych dla danej technologii OZE zasad zrównoważenia, a jednocześnie elastycznie dopasowującego się do występujących w poszczególnych regionach kraju warunków lokalnych, może przyczynić się do:

- zobowiązania uczestników rynku energii z OZE do przestrzegania zasad zrównoważonego rozwoju i poprawy efektywności energetycznej,
- rejonizacji OZE ze względu na wykorzystanie lokalnych warunków do ich zabudowy oraz zwiększenia elastyczności systemu wsparcia,
- włączenia zagadnień ekonomicznych, środowiskowych, społecznych do procedur oceny zrównoważenia procesów technologicznych wykorzystujących OZE,
- możliwości elastycznego dopasowania systemu wsparcia w przypadku występowania nieprzewidzianych zjawisk w skali kraju i regionu,
- zróżnicowania wsparcia dla jednostkowych instalacji, nawet w przypadku tej samej technologii OZE (zniwelowanie dominującej roli dużych źródeł energetyki zawodowej spalających biomasę),
- prowadzenia przez samorządy regionalnej polityki energetycznej na podstawie odmiennych dla różnych technologii OZE kryteriów oceny.

Podniesienie rangi lokalizacji instalacji OZE ma też inny wymiar umożliwienie samorządom lokalnym czynnego uczestniczenia w kreowaniu własnej regionalnej polityki energetycznej pozwoli zmienić ich status biernych realizatorów.

Zaprezentowany w artykule zarys zrównoważonego modelu produkcji energii z biomasy jest przedmiotem dalszej analizy autorów i jest wynikiem obserwacji przy komercyjnym wdrażaniu technologii biomasowych w zakładach spalających biomasę na terenie województwa śląskiego i pomorskiego. Kolejnym planowanym krokiem jest opracowanie narzędzi informatycznych wspomagających i ułatwiających proces indywidualnej oceny zrównoważenia technologii OZE.

PIŚMIENNICTWO

[1] Skoczkowski T., Kochański M.: Some aspects of the growing penetration of wind energy in the Polish power system, *Przegląd Elektrotechniczny* 2013, nr 8.

[2] Projekt ustawy o OZE z dnia 4 lutego 2014 r. oraz treść Oceny skutków regulacji i uzasadnienie.

[3] Dyrektywa 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

[4] Hass R., I inni.: Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources – Lessons from EU countries, *Energy* 36 (2011).

[5] Sprawozdanie Komisji na temat postępów w dziedzinie energii odnawialnej, 27 marca 2013 oraz 25 lutego 2010.

[6] Komunikat Komisji – Energia odnawialna: ważny uczestnik europejskiego rynku energii, 6 czerwca 2012.

[7] Komunikat Komisji – Europa efektywnie korzystająca z zasobów, 26 stycznia 2011.

[8] Ilość wytworzonej energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii w 2012 roku wynikająca z wydanych przez Prezesa URE świadectw pochodzenia, według stanu na dzień 30 maja 2013.

[9] Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 11 września 2013 r. zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE.

[10] http://www.foe.co.uk/community/tools/isew/brief.html

[11] http://epi.yale.edu/our-methods/climate-and-energy

[12] Norma PN-EN ISO 14044 Zarządzanie środowiskowe, Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne.

[13] Raport of the World Commission on Environment and Development – Our Common Future; 1987.

[14] http://www.truckmania.pl/content/view/168/6/ wejście w dniu 13 marca 2014.

[15] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii.

[16] Ocena skutków regulacji do projektu ustawy o OZE z dnia 5 grudnia 2012.

[17] Produkcja energii elektrycznej z OZE w latach 2005-2013 – raporty z roku 2013.

[18] Rio P.: Analysing the intersections between renewable energy promotion and energy efficiency support schemes: The impact of different instruments and design elements, *Energy Policy* 38 (2010).

[19] Dyrektywa 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.

[20] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 o efektywności energetycznej.