

WALDEMAR GOSTOMCZYK

Politechnika Koszalińska

UDZIAŁ BIOMASY ENERGETYCZNEJ W REALIZACJI IDEI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Abstract: The Share of Biomass Energy in Achieving Sustainable Development. The article presents the current status of the development and utilization of biomass energy in the context of the implementation of sustainable development. Describes the philosophical and historical conditions, criteria and indicators of sustainable development. Against this background indicated the extent and degree of biomass energy could contribute to reducing greenhouse gas emissions.

Key words: Biomass energy, carbon dioxide emissions, renewable energy, sustainable development.

Wstęp

Zainteresowanie społeczeństwa ideą zrównoważonego rozwoju nie jest zjawiskiem nowym. W ujęciu filozoficznym zagadnienie to po raz pierwszy poddawano dyskusji na przełomie XVII i XVIII w. Jednak dopiero w latach 70. XX w. pojęciu temu nadano wieloaspektowy wymiar. Związane to było z negatywną oceną oddziaływania działalności gospodarczej na stan środowiska naturalnego, a w konsekwencji pogarszaniem się warunków życia. Kwestie środowiskowe w powiązaniu z działalnością biznesową i maksymalizacją zysku uzmysłowiły wielu politykom, że dotychczasowy model działania należy zmienić, gdyż był on źródłem wielu problemów i zagrażał trwałości rozwoju. W konsekwencji powstała idea zrównoważonego rozwoju realizowana przez politykę społeczno-gospodarczą uwzględniająca potrzeby przyszłych pokoleń i wymagania przyrody, której ważnym elementem jest człowiek i środowisko, w którym żyje i pracuje. W początkowym okresie koncepcja zrównoważonego rozwoju sprowadzała się do próby osiągnięcia trzech podstawowych celów, tj.: ekonomicznych, społecznych i ekologicznych (środowiskowych). Korzyści stosowania biomasy dla uzyskania celów zrównoważonego rozwoju przedstawiono w tab. 1. Z czasem szczegółowy katalog celów uległ znacznemu rozszerzeniu obejmując prawie wszystkie aspekty oddziaływania

człowieka na czynniki produkcji i ich wpływ na zmianę stosunków społecznych prowadzących do materialnego różnicowania społeczeństwa.

Dotychczasowy model gospodarki obszarów wiejskich opierał się na rolnictwie, wytwarzającym przede wszystkim produkty żywnościowe i surowce dla przemysłu rolno-spożywczego. W sytuacji, kiedy podstawowym celem była maksymalizacja zysku rezultat ten, wskutek intensyfikacji stosowania chemicznych środków produkcji, osiągnano kosztem niekorzystnych zmian w środowisku. Model ten ponadto, w wyniku nadprodukcji wielu surowców, powodował problemy ze zbytem i spadek opłacalności sprzedaży. Formą przeciwdziałania tym zjawiskom jest rozpowszechnianie nowego wzorca, zbieżnego i alternatywnego do modelu dotychczasowego, tj. modelu zrównoważonego, którego istotnym czynnikiem może być produkcja surowców energetycznych. Nowy model, uwzględniając potrzeby środowiska naturalnego, powinien przyczynić się do bardziej racjonalnego wykorzystania zasobów usytuowanych na obszarach wiejskich (ziemi, ludzi, sprzętu, obiektów gospodarczych), z jednoczesnym zwiększeniem rosnących celów i efektów produkcyjnych. Dotychczasowi producenci żywności powin-

Tabela 1

Korzyści w wykorzystaniu biomasy
z zachowaniem kryteriów zrównoważonego rozwoju

Środowiskowe	Ekonomiczne	Spoleczne
Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i skażenia środowiska	Sposób aktywizacji gospodarczej i rozwoju przedsiębiorczości	Możliwość tworzenia nowych miejsc pracy, zwłaszcza na obszarach problemowych
Wykorzystanie biomasy emituje mniej gazów niż stosowanie paliw kopalnych	Impuls do rozwoju regionalnego i lokalnego	Dywersyfikacja źródeł dochodów ludności wiejskiej
Zachowanie urodzajności gleby i poprawa jej jakości	Możliwość sprzedaży nadwyżek produktów rolnych i o niskiej jakości technologicznej	Pozostawienie wartości dodanej na szczeblu lokalnym
Dbalność o bioróżnorodność	Efektywniejsze wykorzystanie potencjału produkcyjnego	Wspieranie dobrobytu społecznego oraz lokalnych społeczności
Ochrona jakości wód	Zmiana strumienia płatności za energię	Tworzenie dodatkowych funkcji uzupełniających w stosunku do produkcji żywności
Możliwość utylizacji osadów ściekowych	Możliwość pozyskania funduszy zewnętrznych	Poprawa jakości i standardu życia
Efektywniejsze wykorzystanie energii przez zmniejszenie strat przesyłu i dystrybucji	Zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju i gospodarstwa	Rozwój osobowy przez możliwość zapoznawania się z nowymi innowacyjnymi technologiami

Źródło: Opracowanie własne.

ni zmienić strukturę działalności, a jej nowym elementem powinna być dywersyfikacja produkcji, w tym surowców energetycznych. Dla rozwoju zrównoważonego istotne może być również efektywniejsze wykorzystanie surowców produkcyjnych oraz zagospodarowanie wszelkiego rodzaju odpadów produkcyjnych i produktów ubocznych do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Kierunek ten powinien być początkiem koła zamachowego rozwoju bioenergetyki, w szczególności na poziomie lokalnym.

Celem opracowania jest zaprezentowanie aktualnego stanu prawnego w dziedzinie OZE, wykorzystania biomasy energetycznej oraz jej wpływu na efekty środowiskowe. W tym celu przeanalizowano dokumenty unijne i krajowe, dokonano niezbędnych obliczeń z zakresu produkcji i emisji i na tej podstawie sporządzono wnioski i rekomendacje.

1. Filozoficzno-historyczne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju

Filozoficzne uwarunkowania zainteresowania rozwojem zrównoważonym mają swoje podstawy w wartościach i przekonaniach światopoglądowych określających miejsce człowieka w przyrodzie i jego zaangażowania w przekształcaniu przyrody w toku rozwoju cywilizacyjnego. Idee te doprowadziły do tworzenia wielu koncepcji uwzględniających następujące stwierdzenia [Hull 2008]:

- świat przyrody i świat człowieka tworzą dynamiczną, ewolucyjną całość, której integralnym elementem i twórczym współuczestnikiem jest człowiek i kreowane przez niego struktury;
- rozwój cywilizacyjny jest integralnie związany z całokształtem procesów przyrodniczych i w materialnym i egzystencjalnym wymiarze od nich zależny;
- powiązania te powinny być analizowane w ujęciu całościowym, systemowym i wieloaspektowym;
- rozwój człowieka i tkwiące w naturze ludzkiej dążenia należy ujmować w kategoriach rozwoju duchowego, moralnego i estetycznego, kształtowania i umacniania społeczeństwa.

Wartości te najpełniej na przełomie XIX i XX w. były realizowane w działalności rolniczej pod nazwą rolnictwo dynamiczne i organiczne, które obecnie w okrojonej formie rozwijane jest w ramach rolnictwa ekologicznego.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju została stworzona w XVIII w. w niemieckim przemyśle drzewnym dla stymulowania i przetrwania tego przemysłu. Rozszerzona została następnie na rybołówstwo i kopalnictwo jako efekt uświadomienia, że zasoby naturalne są ograniczone i wymagają ograniczonego i racjonalnego wykorzystania. W latach 60. XX w. posługiwano się nią również do ograniczenia nadmiernej eksploatacji mórz i oceanów oraz ograniczania intensywności produkcji rolniczej i stosowania herbicydów w rolnictwie, doprowadzających do nieodwracalnych znisz-

czeń standardów i równowagi ekologicznej. Jednak zasadniczy wpływ na rozwój idei zrównoważonego rozwoju wywarł rozwój gospodarczy zapoczątkowany przez wielką rewolucję przemysłową, potęgujące się uszczuplanie zasobów surowcowych, nadmierna emisja gazów cieplarnianych powodująca zakłócenia w funkcjonowaniu ekosystemów oraz zmiany w środowisku naturalnym. Obawy te zostały zawarte w „Raporcie Klubu Rzymskiego”. Pojęcie *rozwoju zrównoważonego* po raz pierwszy pojawiło się w Deklaracji Konferencji w Sztokholmie w 1972 r. Rozszerzoną wersję, jego zasady i istotę ekorozwoju dopracowano w 1987 r. w tzw. Raporcie Brundlanda w postaci następującego zapisów: „Rozwój zrównoważony to rozwój gospodarczy uwzględniający wartości środowiska oraz wartości społeczne. Na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”.

2. Kryteria zrównoważonego rozwoju

Obecny rozwój w dużym stopniu oparty jest na paradygmacie ekonomizacji środowiska, który składa się z ekonomicznej teorii wykorzystania zasobów materialnych, ekonomicznej teorii zanieczyszczenia i ochrony środowiska oraz ekonomicznej teorii zachowania środowiska. Pierwsza z wymienionych teorii zajmuje się badaniem optymalizacji rozłożenia w czasie pozyskania i wykorzystania odnawialnych lub wyczerpywanych zasobów naturalnych. Uwzględnia się przy tym potrzebę zachowania wymienionych zasobów dla przyszłych generacji. W teorii tej brane są również pod uwagę wpływy: tempa konsumowania zasobów na poziomie dobrobytu społecznego w badanym okresie [Poskrobko 2007].

Podstawą obecnego prawodawstwa w zakresie wykorzystania biomasy energetycznej zgodnie z kryteriami zrównoważonego rozwoju była opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie komunikatu Komisji „Plan działania w sprawie biomasy” [2006/C 195/19]. Według niej należało podjąć pilne działania na rzecz systemu certyfikacji w zakresie pochodzenia biomasy. Tylko w ten sposób można zapobiec negatywnym bilansom ekologicznym i klimatycznym. W poszukiwaniach właściwych rozwiązań powinno przeanalizować się następujące postulaty:

- Przy uprawie surowców odnawialnych należy stosować te same zasady dobrej praktyki zawodowej, co w przypadku produkcji spożywczej.
- Obszary, na których uprawiano rośliny o przeznaczeniu innym niż spożywcze, muszą być później zdane do uprawy w celach spożywczych.
- Uprawa surowców odnawialnych powinna odbywać się na terenach już wykorzystywanych rolniczo oraz na ziemiach odłogowanych. Do tego należą także ziemie, które tymczasowo nie są zagospodarowane, np. wskutek transformacji. Nie może to prowadzić do zmniejszenia powierzchni trwałych użytków zielonych.

- W celu zmniejszenia transportu należy dążyć do produkcji w ramach gospodarki regionalnej lub lokalnej.
- Należy zapewnić przeznaczenie powierzchni o dużej wartości ekologicznej do celów ochrony przyrody i zagospodarować je w ramach takich celów.
- Należy wspierać i produkować te surowce odnawialne, które charakteryzują się dobrym bilansem ekologicznym.
- Szczególną uwagę trzeba zwracać na zamknięcie obiegu substancji odżywczych.

Wszystkie te postulaty w formie zapisów szczegółowych zostały zawarte w *Dyrektywie 2009/8/WE*.

Według raportu Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ponad trzy czwarte energii odnawialnej na świecie produkuje się dziś z biomasy. Zgodnie z *Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych*, biomasa oznacza ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich. Istotną nowością tego dokumentu jest wymóg, aby biopaliwa i biopłyny spełniały kryteria zrównoważonego rozwoju. Aby zachować kryteria zrównoważonego rozwoju i bioróżnorodności promowane będą tylko te biopaliwa, które zapewnią wysoką redukcję emisji CO₂. Do 2016 r. spadek emisji w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi ma wynieść 35%, 2017 r. – 50%, a od 2018 r. – 60%. Oznacza to, że europejscy producenci, w tym w szczególności producenci rolni muszą spełnić wiele wymogów w zakresie Dobrej Praktyki Rolnej czy zasad *cross compliance* (Zasada Wzajemnej Zgodności), jako warunek uzyskania świadectwa jakości. Wspierana będzie wyłącznie produkcja biopaliw przynoszących realne oszczędności emisji gazów cieplarnianych. Sprowadzane spoza Unii surowce, aby mogły być zaliczone do wykorzystania w ramach Narodowych Celów Wskaźnikowych (NCW) powinny posiadać certyfikat zrównoważonego rozwoju. Ma to istotne znaczenie dla rynku krajowego, ponieważ połowa biokomponentów sprowadzana jest z zagranicy, dla których precyzyjnie nie można określić źródła pochodzenia tych paliw. Aby jednak biopaliwa wyprodukowane z biomasy mogły być uwzględnione w realizacji założonych celów ograniczenia emisji gazów cieplarnianych powinno wynosić co najmniej 35%.

Udział poszczególnych rodzajów biomasy w ograniczaniu emisji CO₂ jest mocno zróżnicowany. Wpłynie to w przyszłości na strukturę wykorzystania poszczególnych rodzajów biomasy energetycznej. Ograniczenie emisji CO₂ w porównaniu do paliw konwencjonalnych przedstawia się następująco: kukurydza – 80%, pszenżyto – 73%, trzcina cukrowa – 71%, żyto – 60%, palma – 46%, rzepak – 38%, soja – 33%, pszenica – 28%. Konsekwencją tego stanu będzie m.in. stopniowe ograniczanie wykorzystania pszenicy w produkcji bioetanolu. Zmiana struktury wykorzystania poszczególnych surowców jest skutkiem zastosowania metody pełnej oceny skutków środowiskowych produkcji i wykorzystania biopaliw opartej na analizie cyklu ich ży-

cia – LCA (*Life Cycle Assessment*). Metoda ta uwzględnia: bilans energetyczny, emisję gazów cieplarnianych, eutrofizację, zakwaszenie, ekotoksyczność, toksyczność dla człowieka. Prowadzi się ją w pełnym łańcuchu produkcji: od uzyskania materiału rozmnożeniowego, przez zabiegi uprawowe, zbiór, transport, budowę i wykorzystanie instalacji do przetwarzania biomasy, proces konwersji do energii, aż po zagospodarowanie odpadów powstających w procesie produkcji [Kuś, Faber 2010].

Rozwinięciem wymogów środowiskowych jest *Dyrektywa 2009/30/WE odnosząca się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzająca mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych*. Do najważniejszych ustaleń tego dokumentu dotyczących biomasy i biopaliw można zaliczyć następujące zasady:

1. Produkcja biopaliw powinna być zrównoważona. W celu zapewnienia spójnego podejścia między polityką energetyczną i polityką ochrony środowiska oraz w celu uniknięcia dodatkowych kosztów kluczowe jest, aby określić takie same kryteria zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do użycia różnych biopaliw.
2. Wzrastające zapotrzebowanie na biopaliwa oraz zachęty do ich stosowania nie powinny zachęcać do niszczenia terenów o dużej bioróżnorodności. Z tych powodów konieczne jest określenie kryteriów zrównoważonego rozwoju gwarantujących, że biopaliwa będą kwalifikować się do objęcia zachętami jedynie wtedy, gdy istnieje gwarancja, że nie pochodzą z terenów o dużej bioróżnorodności lub zagrożonych ekosystemów.

Tabela 2

Wartości opałowe i wskaźniki emisji wybranych paliw kopalnych i odnawialnych

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa (WO) (MJ/kg)	Wartość opałowa (WO) (MJ/m ³)	Wskaźnik emisji (WE) (kg/GJ)
Węgiel kamienny	21,10		94,42
Węgiel brunatny	8,85		108,74
Brykiety węgla kamiennego	20,7		92,71
Brykiety węgla brunatnego	20,7		92,71
Ropa naftowa	42,3		72,60
Gaz ziemny	48,0	34,04	55,82
Drewno opałowe i jego odpady	15,6		109,76
Biogaz	50,4		54,33
Odpady przemysłowe			140,14
Odpady komunalne – niebiotyczne	10,00		140,14
Odpady komunalne – biotyczne	11,6		98,00
Koks i półkoks	28,2		106,00
Gaz ciekły	47,31		62,44
Benzyny silnikowe	44,80		68,61
Oleje opałowe	40,19		76,59

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Guidelines... 2006].

3. Tereny nie powinny być przekształcane pod uprawę biopaliw, jeżeli uwolniony w wyniku przekształcenia pierwiastek węgiel nie mógłby w rozsądnym czasie, z uwzględnieniem pilnego charakteru problemu zmian klimatycznych, zostać zrównoważony przez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych powstałych w czasie produkcji biopaliw.
4. W przypadku gdy biopaliwa są produkowane z surowców uprawianych na terytorium Wspólnoty, powinny one być także zgodne ze wspólnotowymi wymaganiami w zakresie ochrony środowiska w odniesieniu do rolnictwa, w tym wymagań dotyczących ochrony jakości wód gruntowych i powierzchniowych oraz z wymaganiami społecznymi.
5. Rekultywacja terenów, które zostały poważnie zdegradowane lub silnie zanieczyszczone i w obecnym stanie nie mogą być wykorzystane do celów rolnych, jest sposobem na zwiększenie powierzchni gruntów rolnych dostępnych pod uprawy. System zrównoważonego rozwoju powinien zachęcać do użytkowania rekultywowanych terenów zdegradowanych ze względu na to, że szersze użycie biopaliw przyczyni się do zwiększenia zapotrzebowania na produkty rolne.

Kolejnym dokumentem pozwalającym określić wielkość emisji CO₂ jest załącznik do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2010. Ich wartości przedstawia tab. 2.

Monitorowanie struktury produkcji energii i stosowanych paliw jest pierwszym krokiem do zmniejszania emisji gazów cieplarnianych przez szersze zastosowanie paliw niskoemisyjnych lub odnawialnych.

3. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju

Potocznie zrównoważony rozwój większości społeczeństwa kojarzy się z ochroną środowiska. Wynika to z uwarunkowań historycznych, kiedy to ekolodzy jako pierwsi podnosili konieczność zachowania ograniczonych zasobów, jako niezbędny warunek trwałości rozwoju i odpowiednich warunków życia. Obecnie, pod wpływem procesów integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych i zachowaniem równowagi i spójności między rozwojem społecznym i gospodarczym znacznie rozszerzono katalog wskaźników monitorowania stanu rozwoju zrównoważonego. Do porównań z krajami członkowskimi UE wskaźniki te zostały pogrupowane w układzie czterech łańcuchów: społecznego, identyfikującego strategiczne cele zmierzające do poprawy jakości życia społeczeństwa, gospodarczego, określającego strategiczne cele generujące efektywny rozwój społeczno-gospodarczy, środowiskowego, formułującego uwarunkowania i strategiczne cele ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska przyrodniczego oraz ładu instytucjonalno-politycznego obejmującego wyzwania związane z globalnym partnerstwem i dobrym zarządzaniem. W poszczególnych łańcuchach zostały wyodrębnione obszary tematyczne stanowiące odzwierciedlenie celów i priorytetów

zrównoważonego rozwoju. Obecny zestaw wskaźników zrównoważonego rozwoju UE składa się z dziewięciu obszarów tematycznych i składają się na nie:

- Rozwój społeczno-gospodarczy
- Zrównoważona produkcja i konsumpcja
- Włączenie społeczne
- Zmiany demograficzne
- Zdrowie publiczne
- Zmiany klimatu oraz energia
- Zrównoważony transport
- Zasoby naturalne
- Globalne partnerstwo
- Dobre rządzenie

Obszary te podzielone są na podtematy, które pozwalają na prezentację celów operacyjnych oraz działań zawartych w *Strategii Zrównoważonego Rozwoju* (tab. 3). W sumie liczba wskaźników zrównoważonego rozwoju wynosi 76, w tym społeczne – 26, gospodarcze – 19, środowiskowe – 24 i instytucjonalno-polityczne – 7.

W Polsce dane zasilające bazę wskaźników zrównoważonego rozwoju prowadzoną przez Eurostat przygotowuje kilka instytucji, przede wszystkim Główny Urząd Statystyczny oraz Ministerstwo Środowiska, Ministerstwo Finansów, Narodowy Bank Polski, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska i Główny Inspektorat Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych. W prezentowanym opracowaniu przedstawione zostaną przede wszystkim wskaźniki środowiskowe, głównie

Tabela 3

Schemat budowy i grupowania krajowych wskaźników rozwoju zrównoważonego

Zrównoważony rozwój (ZR)						
Zasady ZR	Dobór celów →	Cele ZR	Grupowanie celów →	Ład zintegrowany	Pomiar i realizacja celów i ładów →	Wskaźniki ZR
Rozwoju społecznego	→	Społeczne	→	Ład społeczny	→	Społeczne (26)
Rozwoju gospodarczego	→	Gospodarcze	→	Ład gospodarczy	→	Gospodarcze (19)
Rozwoju środowiskowego	→	Środowiskowe	→	Ład środowiskowy	→	Środowiskowe (24)
Rozwoju instytucjonalno-politycznego	→	Instytucjonalno-polityczne	→	Ład instytucjonalno-polityczny	→	Instytucjonalno-polityczne (7)
————— Dobór wskaźników —————→						

związane z polityką energetyczną i wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. W temacie ładu środowiskowego wyodrębnione zostały wskaźniki dotyczące zmian klimatu, energii, ochrony powietrza, ekosystemów morskich, zasobów słodkiej wody, użytkowania gruntów, bioróżnorodności i gospodarki odpadami.

4. Charakterystyka wskaźników

1. Energochłonność gospodarki – jest to relacja krajowego zużycia brutto energii do wartości produktu krajowego brutto (w cenach stałych z 2000 r. przeliczonego na euro według kursu wymiany z 2000 r.). Określa ilość energii zużytej do wytworzenia jednostki PKB (wyrażonej w kilogramach ekwiwalentu ropy naftowej na 1000 euro). Służy do oceny skuteczności zrównoważonej polityki energetycznej prowadzonej z uwzględnieniem poszanowania energii i zagadnień ochrony środowiska.

W Polsce w latach 2004-2009 wartość wskaźnika wykazywała poprawę średnio 4% rocznie, (przy 2% dla całej UE), zgodnie z założeniami zrównoważonej polityki energetycznej. Było to efektem stabilnego zużycia energii i rosnącej wartości PKB (średnio rocznie ok. 4,6% w cenach stałych). Zmniejszenie energochłonności oznacza wzrost efektywności energetycznej, który jest jednym z elementów pakietu energetyczno-klimatycznego – 3 x 20. Wykazane w tab. 4 dysproporcje między Polską a krajami UE wskazują, że możliwości poprawy tego wskaźnika są znaczne i pożądane.

2. Wydajność zasobów – to stosunek produktu krajowego brutto (PKB) do krajowego zużycia materiałów. Wzrost wartości wskaźnika w czasie wskazuje na wzrost efektywności użytkowania zasobów w związku z działalnością gospodarczą (tab. 5).

Efektywność użytkowania zasobów w Polsce jest trzykrotnie niższa niż w krajach UE i w ostatnich latach nie wykazuje wyraźniej poprawy.

3. Emisja gazów cieplarnianych (w ekwiwalencie CO₂) do roku bazowego protokołu z Kioto. Określa całkowitą roczną emisję gazów cieplarnianych wytworzonych przez

Tabela 4

Energochłonność gospodarki (kgoe/1000euro00)

Lata	UE	Polska	Max. UE	Min. UE
2004	184,06	440,71	1105,14	112,34
2005	181,00	430,57	1095,63	106,99
2006	175,50	425,38	1057,63	107,40
2007	168,70	396,84	977,62	104,69
2008	167,40	384,01	910,39	104,80
2009	165,20	363,72	842,54	106,70
			(Bułgaria)	(Dania)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki... 2011, s. 82].

Tabela 5

Wydajność zasobów (euro/kg)

Lata	UE	Polska	Max. UE	Min. UE
2004	1,27	0,37	3,33	0,13
2005	1,28	0,38	3,33	0,14
2006	1,29	0,40	3,04	0,13
2007	1,30	0,38	4,32 (Luksemburg)	0,14 (Bułgaria, Rumunia)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki... 2011, s. 106].

człowieka w odniesieniu do roku bazowego (dla Polski 1988=100). Koszyk gazów cieplarnianych zawiera: dwutlenek węgla, metan, podtlenek azotu, oraz wodorofluorowęglowodory, perfluorowęglowodory i heksafluorek siarki. Redukcja tych gazów jest istotna dla zapobieżenia nadmiernemu ociepleniu klimatu (tab. 6).

Zobowiązania redukcji emisji gazów cieplarnianych zostały przez Polskę wypełnione z nadwyżką, ponieważ krajowa emisja została zredukowana do 2009 r. o 33%. Do 2020 r. w Polsce przewidywane jest zwiększenie poziomu redukcji do 40%, który w dużym stopniu osiągnięty zostanie dzięki zwiększeniu wykorzystania OZE, w tym przede wszystkim biomasy energetycznej.

4. Emisja gazów cieplarnianych według sektorów. Tabela 7 przedstawia wielkość emisji gazów cieplarnianych (wyrażonych w ekwiwalencie CO₂) wytworzonych przez człowieka według głównych kategorii źródeł (sektorów gospodarki).

Emisja gazów cieplarnianych w 2009 r. w Polsce stanowiła 8,2% emisji UE. W 2009 r. największym emitentem gazów cieplarnianych był przemysł energetyczny, który znalazł się na 3. miejscu wśród państw UE w tym sektorze. Związane jest to z oparciem produkcji energii głównie na spalaniu węgla kamiennego i brunatnego.

Tabela 6

Emisja gazów cieplarnianych (tys. ton ekwiwalentu CO₂)

Lata	UE	Polska
1990	5 588 798	452 935
2004	5 181 206	385 557
2005	5 148 753	388 017
2006	5 128 892	402 339
2007	5 071 328	400 695
2008	4 969 052	395 724
2009	4 614 526	376 659

Źródło: Na podstawie danych Europejskiej Agencji Środowiska.

Tabela 7

Emisja gazów cieplarnianych w Polsce według sektorów* (tys. ton ekwiwalentu CO₂)

Wyszczególnienie	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ogółem	385 557	388 017	402 339	40 695	395 724	376 659 (100%)
Przemysł energetyczny	181 306	179 562	184 504	181 993	174 424	167 574 (44,5%)
Przemysł wytwórczy i budownictwo	38 349	32 038	33 375	35 203	33 288	30 472 (8,1%)
Transport	34 624	36 443	38 700	40 219	44 138	44 439 (11,8%)
Procesy przemysłowe	23 641	28 855	31 087	32 907	32 805	24 410 (6,5%)
Rolnictwo	33 734	34 173	35 707	36 551	36 538	35 512 (9,4%)
Odpady	9 361	9 437	9 336	9 326	8 928	8 866 (2,4%)

* zgodnie z klasyfikacją IPCC.

Źródło: Opracowanie na podstawie danych Europejskiej Agencji Środowiska.

5. Emisja gazów cieplarnianych na jednostkę zużytej energii. Wskaźnik ten obliczany jest jako stosunek emisji gazów cieplarnianych i krajowego zużycia energii brutto, w odniesieniu do roku bazowego (2000=100). Informuje o powiązaniu krajowego zużycia energii z emisją gazów cieplarnianych. Jednocześnie pokazuje konieczność przechodzenia na niskoemisyjne paliwa i źródła odnawialne dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju (tab. 8).

W analizowanym okresie średnioroczny spadek emisji gazów cieplarnianych w przeliczeniu na jednostkę zużytej energii wynosił w UE 3,0%. W Polsce w latach 2004-2008 spadek ten wyniósł 7,4%, co pozytywnie wpłynęło na stan środowiska naturalnego. W dużym stopniu efekt ten uzyskano dzięki wdrażaniu technologii niskoemisyjnych i odnawialnych źródeł energii. Zastępowanie węgla biomasa oznacza uniknięcie emisji dwutlenku węgla w bilansie krajowym (tab. 9).

Jednym z istotnych elementów rozwoju odnawialnych źródeł energii jest ich pozytywny wpływ na stan środowiska naturalnego. Został on zapisany w unijnej strategii ograniczania emisji gazów cieplarnianych, jako element zrównoważone-

Tabela 8

Emisja gazów cieplarnianych na jednostkę zużytej energii (2000=100)

Lata	UE	Polska	Max. UE	Min. UE
2004	97,5	97,6	110,8	86,4
2005	96,9	95,7	109,4	89,7
2006	96,5	93,8	108,3	86,4
2007	95,8	92,3	107,6	86,4
2008	94,5	90,2	105,6	84,9
			(Bułgaria, Luksemburg)	(Czechy)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki... 2011, s. 119].

Tabela 9

Emisja CO₂ polskich firm w latach 2005-2010 (w mln ton)

Wyszczególnienie	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Emisja	203,2	209,6	209,6	204,1	191,2	199,7
Limit	237,6	237,6	237,5	201,0	202,0	205,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EEA.

go rozwoju i ochrony bioróżnorodności. Z mocy przyjętych dokumentów wynikają zobowiązania unijnego pakietu energetyczno-klimatycznego oraz narodowe cele wskaźnikowe. W sprawach energetycznych i klimatycznych Polska jest w trudnej sytuacji. Nasza gospodarka oparta jest na węglu, który dostarcza ponad 90% energii. Konsekwencją tego stanu jest to, że na wyprodukowanie 1 MWh średnia emisja CO₂ wynosi 950 kg gdy tymczasem we Francji produkującej 78% energii w elektrowniach atomowych ta sama emisja wynosi tylko 77 kg na 1 MWh. Unijna polityka klimatyczna znacznie ogranicza rolę węgla jako paliwa (proces dekarbonizacji).

6. Samowystarczalność energetyczna oznacza udział krajowej produkcji nośników energii pierwotnej (ogółem) pozyskiwanej w kraju i jej zużyciu. Wskaźnik ten mierzy bezpieczeństwo energetyczne kraju i obrazuje, na ile krajowa produkcja zaspokaja potrzeby energetyczne kraju i w jakim stopniu jesteśmy uzależnieni od importu. W przypadku uzależnienia od importu źródeł konwencjonalnych, wykorzystanie krajowych odnawialnych źródeł energii, w tym biomasy, zwiększa samodzielność energetyczną i ochronę środowiska naturalnego (tab. 10).

Polska ze względu na oparcie produkcji energii elektrycznej na krajowym węglu kamiennym i brunatnym ma wysoką samowystarczalność energetyczną. Wskaźnik ten zmniejsza import paliw transportowych i gazu ziemnego. Przy odpowiednich nakładach na produkcję biogazu i biopaliw, co wymaga przeznaczenia części

Tabela 10

Samowystarczalność energetyczna (%)

Lata	UE	Polska	Max. UE	Min. UE
2004	51,0	85,3	153,4	1,4
2005	49,1	84,1	158,3	1,8
2006	48,0	79,0	139,8	2,0
2007	47,4	74,0	131,0	2,0
2008	47,2	71,7	132,3	2,2
2009	47,7	70,5	123,3	2,4
			(Dania)	(Luksemburg)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki... 2011, s. 125].

gruntów rolniczych na cele energetyczne, kraje UE, w tym Polska mogą zmniejszyć uzależnienie od importu paliw.

7. Nakłady na środki trwałe w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii.

Wskaźnik ten określa udział nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii w nakładach na środki trwałe służące ochronie środowiska ogółem dla kraju oraz obszarów wiejskich. Obejmują głównie odnawialne źródła energii, jak energię rzek, wiatru, słońca, biomasy. Wskaźnik ten dostarcza informacji o działaniach kraju w zakresie zastępowania energii konwencjonalnej energią odnawialną oraz zachowań wynikających z ochrony środowiska (tab. 11).

Tabela 11

Nakłady na środki trwałe w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii w Polsce (%)

Wyszczególnienie	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ogółem	1,36	0,89	2,97	1,22	2,11	2,02	3,91
Na obszarach wiejskich	0,78	0,81	7,17	1,29	5,36	4,77	7,60

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki... 2011, s. 126].

W Polsce w 2010 r. nakłady w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii wyniosły 427,1 mln zł, w tym 353,5 mln zł na obszarach wiejskich. Najwięcej tych inwestycji było zlokalizowanych w woj. zachodniopomorskim i pomorskim, głównie z powodu budowy na tych terenach farm wiatrowych. Nakłady na odnawialne źródła energii wykazywały w analizowanych latach dużą zmienność wynikającą przede wszystkim z niestabilności i zmienności polityki energetycznej dotyczącej OZE.

8. Energia ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto.

Wskaźnik ten obliczany jest jako udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto. Energia ze źródeł odnawialnych (OZE) obejmuje energię pochodzącą z naturalnych, powtarzalnych procesów przyrodniczych w szczególności energię generowaną przez wiatr, wodę, promieniowanie słoneczne, zasoby biomasy, biogazu i biopaliw ciekłych. Są one uznawane za przyjazne środowisku, gdyż przy produkcji energii nie emitują dwutlenku węgla (woda, słońce, wiatr) lub uważa się, że wpływ ten jest neutralny, ponieważ umownie przyjmuje się, że ilość dwutlenku węgla powstająca w wyniku spalania biomasy jest równoważna jego ilości pochłanianego przez rośliny w wyniku procesu fotosyntezy. Jest to wskaźnik, który pozwala na ocenę stopnia realizacji pakietu energetyczno-klimatycznego tworzący mix energetyczny 3x20. Cele te zostały rozdzielone na poszczególne kraje biorąc pod uwagę potencjał każdego z nich. Polska zobowiązała się do 2020 r., że 15% całej energii wytwarzać będzie z OZE. Opracowany plan działania rozłożył cel krajowy na trzy sektory:

Tabela 12

Przewidywana ilość energii z biomasy w krajach UE
w przeliczeniu na liczbę mieszkańców i powierzchnię kraju

Kraj	Ludność w 2008 r.	Powierzchnia (km ²)	Energia z biomasy (toe/1000 mieszkańców)			Energia z biomasy (toe/km ²)			Planowany % wskaźnik OZE
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	2020
Belgia	10 666 866	30 528	64	110	191	22	39	67	13
Bułgaria	7 640 238	111 002	96	122	140	7	8	10	16
Czechy	10 381 130	78 867	169	217	242	22	29	32	13
Dania	5 475 791	43 098	410	461	483	52	59	61	30
Niemcy	82 217 837	357 030	111	126	138	25	29	32	18
Estonia	1 340 935	43 698	456	467	453	14	14	14	25
Irlandia	4 401 335	69 797	45	88	110	3	6	7	16
Grecja	11 213 785	131 957	90	101	109	8	9	9	18
Hiszpania	45 283 259	505 997	79	90	109	7	8	10	20
Francja	63 982 881	632 834	156	199	257	16	20	26	23
Włochy	59 619 290	301 336	38	59	95	7	12	19	17
Cypr	789 269	9 250	23	31	38	2	3	3	13
Łotwa	2 270 894	64 589	449	519	613	16	18	22	42
Litwa	3 366 357	65 300	197	261	304	10	13	16	23
Luksemburg	483 799	2 586	50	105	172	9	20	32	11
Węgry	10 045 401	93 030	81	83	127	9	9	14	13
Malta	410 290	316	2	5	4	3	7	5	10
Holandia	16 405 399	41 528	44	60	93	17	24	37	14
Austria	8 318 592	83 871	411	416	434	41	41	43	34
Polska	38 115 641	312 685	103	111	134	13	14	16	15
Portugalia	10 617 575	92 002	205	220	219	24	25	25	31
Rumunia	21 528 627	238 391	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	24
Słowenia	2 010 269	20 273	206	246	262	20	24	26	25
Słowacja	5 400 998	49 034	83	107	128	9	12	14	14
Finlandia	5 300 484	338 145	941	1 096	1 247	15	17	20	38
Szwecja	9 182 927	441 370	851	939	1 026	18	20	21	49
Wielka Brytania	61 179 256	243 069	5	16	64	1	4	16	15
Cała UE (razem)	497 649 125	4 401 582	118	141	174	13	16	20	20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Beurskens, Hekkenberg 2011].

- dla energii elektrycznej – 19%,
- dla ciepła i chłodu – 17%,
- dla biopaliw transportowych – 10%.

W 2009 r. ze źródeł odnawialnych w skali kraju zostało wytworzonych 2817 PJ, co stanowi 9,0% całkowitej energii pierwotnej. W większości energia ta została

wyprodukowana z biomasy stałej (85,8%) i biopaliw (7,1%). W 2011 r. w energetyce przemysłowej w Polsce spalono 4 mln ton biomasy, głównie drewno pochodzące z lasów, zrębki i trociny z zakładów drzewnych oraz częściowo z biomasy importowanej. Import biomasy wynaturza idee jej wykorzystania dla realizacji celów rozwoju zrównoważonego i realizacji polityki klimatyczno-energetycznej, podobnie jak jej transport na odległość większą od 50-100 km (tab. 12).

5. Biomasa jako surowiec energetyczny

Biomasa jest najbardziej istotnym odnawialnym źródłem energii, posiadającym również największy potencjał rozwojowy. W związku z potrzebą rozwoju energetyki rozproszonej, wykorzystującej lokalnie dostępne surowce, zachodzi potrzeba zagospodarowania wszystkiego co wytworzy rolnictwo, leśnictwo i gospodarka komunalna. W zasadzie każda postać biomasy może być wykorzystana w celach energetycznych. Mogą to być produkty zawilgocone, zawierające metale ciężkie, o różnej zawartości suchej masy. Należy tylko dobrać właściwą technologię i warunki przemian. Do tych możliwości dostosowano nową definicję *biomasy* zapisaną w projekcie rozporządzenia Ministra Gospodarki z października 2009 r. Otrzymała ona następujące brzmienie: „biomasa – stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji oraz ziarna zbóż nie spełniające wymagań jakościowych dla zbóż w skupie interwencyjnym określonych w *Załączniku nr 1 do rozporządzenia Komisji (KE) nr 687/2008 z 18 lipca 2008 r. ustanawiającego procedury przejścia przez agencję płatnicze lub agencję interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż* (Dz. Urz. UE z 19 lipca 2008 r. L 192, str. 20) i ziarna zbóż nie objętych zakupem interwencyjnym”. Definicja ta stwarza możliwości alternatywnego zagospodarowania ziaren zbóż nie spełniających wymagań jakościowych, dzięki czemu zwiększy się dostępność biomasy pochodzenia rolniczego. Jednocześnie rolnictwu stworzono możliwość zagospodarowania produktów nieprzydatnych konsumpcyjnie. Stanowią ona 5-10% wolumenu produkcji roślinnej.

W Polsce na jednego mieszkańca przypada ok. 0,41 ha użytków rolnych, a w tzw. „starej Unii” wartość ta wynosi zaledwie 0,19 ha. Z tego względu Polska jest postrzegana jako kraj, który może mieć istotny udział w produkcji biomasy na cele energetyczne w UE. Według analiz wykonanych w IUNG PIB wynika, że bez szkody dla produkcji żywności, polskie rolnictwo może przeznaczyć do 2020 r. 0,6 mln ha pod produkcję zbóż na bioetanol, 0,4 mln ha pod produkcję rzepaku na biodiesel, oraz ok. 1 mln ha pod produkcję biomasy na potrzeby energetyki zawodowej [*Krajowy Plan Działania...* 2010]. Na potencjał biomasy w Polsce składa się biomasa leśna, produkty uboczne rolnictwa, jak słoma i gnojowica, ekstensywnie wykorzystywane

użytki zielone i uprawy celowe, takie jak wierzba, miskantus, malwa, topola. Priorytetowym zadaniem powinno być wykorzystanie wszystkiego co produkuje rolnictwo i nie jest wykorzystywane jako żywność, pasza czy ściółka. Jest to najszybsze do zagospodarowania źródło biomasy, z której od razu można uzyskać ciepło, przetworzyć na energię, a w dalszej kolejności paliwa II generacji (tab. 13, 14).

Podstawowym źródłem biomasy jest dzisiaj leśnictwo i przemysł drzewny oraz rolnictwo – w części pochodzącej z produktów ubocznych i odpadów. Obecnie ponad 50% wykorzystywanej biomasy to zrębki drzewne z przerobu gorszych gatunków pozyskiwanego drewna, gałęziówki oraz pozostałości przemysłu tartaczego. Pozostała biomasa to głównie słoma jako produkt uboczny produkcji zbóż oraz wykorzystywane w biogazowniach odpady zwierzęce, głównie gnojowica. Niewielką ilość stanowi biomasa pochodząca z plantacji roślin energetycznych, które zajmują obecnie powierzchnie ok. 10 tys. ha. W przyszłości, ilość biomasy rolniczej ma ulec zwiększeniu, ponieważ polskie prawo zobowiązuje podmioty gospodarcze, zajmujące się energetycznym wykorzystaniem biomasy, do zastępowania biomasy leśnej biomasą rolniczą.

Ta struktura do 2020 r. ulegnie zasadniczej zmianie. Zmniejszy się udział dendromasy bezpośrednio pozyskiwanej w lasach przy wzroście wykorzystania do ce-

Tabela 13

Prognoza krajowych dostaw biomasy dla sektora energetyki oraz sektora ciepłownictwa i chłodnictwa na lata 2015 i 2020

Sektor pochodzenia		2015		2020	
		Przewidywana ilość zasobów krajowych (tys. Mg)	Produkcja energii pierwotnej (ktoe)	Przewidywana ilość zasobów krajowych (tys. Mg)	Produkcja energii pierwotnej (ktoe)
Biomasa z leśnictwa:	Bezpośrednie dostawy biomasy drzewnej z lasów na potrzeby wytwarzania energii	6 411	1 071	6 081	1 016
	Dostawy pośrednie biomasy drzewnej	5 572	931	6 375	1 065
Biomasa z rolnictwa i rybołówstwa:	Plody rolne dostarczane bezpośrednio na potrzeby energetyczne	1 414	405	4 056	1 156
	Produkty uboczne rolnictwa i rybołówstwa na potrzeby energetyki	5 690	1 358	7 428	1 773
Biomasa z odpadów:	Ulegające biodegradacji odpady miejskie, ogrodowe, spożywcze	4 339	932	6 373	1 369
	Ulegające biodegradacji odpady przemysłowe	645	154	1 127	269
	Osady ściekowe	340	65	6 285	120

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Krajowy Plan... 2010].

Prognoza zapotrzebowania na surowce rolnicze*

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Zapotrzebowanie w latach				
		2010	2011	2012	2013	2020
Zapotrzebowanie na bioetanol	tys. m ³	463,37	499,57	535,83	572,08	805,75
Zapotrzebowanie na zboża- 80% udział	tys. t	1 112,09	1 198,97	1 285,99	1 372,99	1 933,80
% udział na rynku zbóż zakładając produkcję na poziomie 28 mln ton/rok	X	3,97	4,28	4,59	4,90	6,91
lub alternatywnie zapotrzebowanie na okopowe	tys. t	5 097,07	5 495,27	5 894,13	6 292,88	8 863,25
Zapotrzebowanie na estry (do ON ogółem)	tys. m ³	648,46	699,21	749,96	800,71	1 127,76
Zapotrzebowanie na rzepak – 75% potrzeb	tys. t	1 361,77	1 468,34	1 574,92	1 681,49	2 368,30
Zapotrzebowanie na estry (do ON w transporcie)	tys. m	349,04	376,35	403,67	430,98	607,02
Zapotrzebowanie na rzepak – 75% potrzeb	tys. t	732,98	790,34	847,71	905,06	1274,74
% udział w rynku rzepaku zakładając produkcję na poziomie 1,7 mln ton/rok	X	43,12	46,49	49,87	53,24	74,98

* Prognozy na podstawie poziomu NCW, z założeniem, że dla wytworzenia 1 l bioetanolu potrzeba ok. 3 kg zbóż lub 11 kg okopowych, a dla wytworzenia 1 l estru potrzeba ok. 2,8 kg nasion rzepaku, z zastrzeżeniem, że 25% potrzeb surowcowych pokryte będą olejami pochodzenia zwierzęcego i tańszymi olejami roślinnymi, jak przykładowo sojowy i słonecznikowy oraz gastronomiczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Żmuda 2007].

łów energetycznych odpadów. Wysoką dynamiką przyrostu zarówno zasobów, jak i uzyskiwanej energii wykazują się produkty rolne uzyskiwane z upraw bezpośrednich i towarzyszące im produkty uboczne. Pozytywnie należy również ocenić wysokie wykorzystanie energetyczne wszelkiego rodzaju odpadów przetwarzanych na energię. Z tej przyczyny środowisko osiągnie podwójną korzyść: zmniejszy się ilość gromadzonych odpadów, które same staną się źródłem energii przez co zmniejszy się zapotrzebowanie na wysokoemisyjne paliwa kopalne.

6. Wpływ biomasy na ograniczenie emisji dwutlenku węgla

Umownie przyjmuje się, że biopaliwa mają zerowy wpływ na efekt cieplarniany. Opiera się ono na założeniu, że ilość CO₂ powstająca podczas spalania jest równoważna z ilością gazu wychwytywanego z atmosfery w procesie fotosyntezy. Dlatego każdorazowe zastąpienie paliw kopalnych surowcami odnawialnymi jest jednoznaczne z redukcją zanieczyszczenia atmosfery. Efekt środowiskowy stosowania biomasy energetycznej można obliczyć przez określenie, jaka część dotychczas stosowanych paliw kopalnych może być zastąpiona paliwami odnawialnymi.

W 2010 r. udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii miał wynosić ogółem 7,5% i 5,75% w paliwach transportowych. Do podstawowych paliw kopalnych

nych wykorzystywanych w naszym kraju zaliczamy węgiel kamienny, gaz ziemny, a z paliw transportowych olej napędowy i benzynę. Wypełnienie wskaźników środowiskowych w 2010 r. zaowocowało wymiernymi korzyściami w zakresie ograniczenia emisji dwutlenku węgla. Ich obliczone wielkości przedstawiono na następujących przykładach, z założeniem, że zostaną one zastąpione biomasą:

I. Węgiel kamienny:

- zużycie w 2010 r. – 50 mln ton,
- zakładana ilość odnawialnych źródeł energii (biomasy) – 7,5%,
- potrzebna ilość biomasy – 3,75 mln ton (według wartości energetycznej),
- wartość opałowa węgla – 22-28 GJ/t (do obliczeń przyjęto 22 GJ, którą ma miał węglowy),
- wskaźnik emisji CO₂ – 101,2 kg/GJ,
- wartość energetyczna biomasy – 82500000 GJ,
- ograniczenie emisji CO₂ – 8,35 mln ton.

II. Gaz ziemny:

- zużycie w 2010 r. 14 mld m³,
- zakładana ilość odnawialnych źródeł energii (biomasy) – 7,5%,
- potrzebna ilość biogazu – 1,05 mld m³,
- wartość opałowa gazu ziemnego – 34,04 MJ/m³,
- wskaźnik emisji CO₂ – 56 kg/GJ,
- wartość energetyczna biogazu – 35,7 mld MJ,
- ograniczenie emisji CO₂ – 2 mln ton.

III. Olej napędowy:

- zużycie w 2010 r. – 8980 tys. ton,
- zakładana ilość OZE w paliwach transportowych – 5,75,
- ilość estrów w ON według wartości energetycznej – 570 tys. ton,
- wartość energetyczna ON – 36 GJ/t,
- wartość energetyczna zużytych estrów – 20520000 GJ,
- wskaźnik emisji CO₂ – 74,07 kg CO₂/GJ,
- ograniczenie emisji CO₂ – 1,52 mln ton.

IV. Benzyna:

- zużycie w 2010 r. – 3800 tys. ton,
- zakładana ilość OZE w paliwach transportowych – 5,75,
- ilość bioetanolu według wartości energetycznej – 366 tys. ton,
- wartość opałowa – 33,5 GJ/t,
- wartość energetyczna dodanego bioetanolu – 12261000 GJ,
- wskaźnik emisji – 66 kg CO₂/GJ,
- ograniczenie emisji CO₂ – 809,2 tys. ton.

Łączne ograniczenie emisji CO₂ przez zastąpienie części paliw kopalnych paliwami odnawialnymi w 2010 r. mogło wynieść 12,68 mln ton CO₂. Zostało one zrealizowane jedynie w przypadku paliw transportowych. Na razie program budowy

Tabela 15

**Potencjał biomasy energetycznej w Polsce
i jego wpływ na możliwości ograniczenia emisji CO₂**

Rodzaj	Wartość (w TJ/rok)	Szacunkowe wartości ograniczenia emisji CO ₂ /rok (w mln ton CO ₂)
Biopaliwa płynne	46 118	3,228
Biogaz	292 671	16,390
Biomasa leśna i odpadowa	426 229	43,049
Z upraw energetycznych	130 549	13,185
Razem	895 567	75,852

Źródło: Opracowanie własne.

biogazowni nie dają wystarczających efektów, aby w znaczny sposób ograniczyć import i wykorzystanie gazu ziemnego. Największe możliwości ograniczenia emisji CO₂ i uzyskania efektu środowiskowego istnieją w przypadku pełniejszego wykorzystania potencjału energetycznego biomasy.

Z wyliczeń wynika, że potencjał biomasy energetycznej w Polsce pozwala ograniczyć roczną emisję CO₂ o 75,8 mln ton. Przy 208,5 mln ton dwutlenku węgla, jakie polskie przedsiębiorstwa mogły emitować rocznie, redukcja ta stanowi 36,4% przyznanego pozwolenia. Do obliczeń przyjęto potencjał biomasy podany przez Jasiulewicza [2010] oraz wartości wskaźników emisji (WE) przyjętych do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Upewnieniami o Emisji za 2010 r. Największy potencjał energetyczny i w zakresie ograniczania emisji CO₂ ma biomasa leśna i odpadowa. Składa się na nią potencjał słomy – 113742 TJ/rok, siano – 9150 TJ, drewno z lasów – 202250 TJ, drewno użytkowe – 43118 TJ, drewno z sadów – 16206 TJ, drewno z pielęgnacji dróg – 1034 TJ i odpady drzewne z przemysłu – 40729 TJ. W najbliższej perspektywie główny przyrost pozyskanej biomasy będzie pochodził z energetycznego wykorzystania słomy oraz – przy korzystnych uwarunkowaniach rynkowych – z upraw roślin energetycznych (tab. 15).

Wnioski

Przeprowadzone analizy i obliczenia pozwalają sformułować następujące wnioski:

1. W warunkach Polski podstawowym źródłem energii odnawialnej jest biomasa.
2. W strukturze wykorzystywanej biomasy energetycznej należy stopniowo zmieniać proporcje dendromasy i biomasy rolnej na rzecz większego wykorzystania surowców rolnych, zarówno z upraw celowych, dedykowanych, jak i wszelkich produktów ubocznych i odpadowych. W obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych, rynkowych i produkcyjnych ta grupa biomasy energetycznej charakteryzuje się najwyższą efektywnością.

3. Zmiana paliw konwencjonalnych na biomasę przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych i wpływa na poprawę stanu klimatu Ziemi.
4. Potencjał biomasy energetycznej w Polsce na tle innych krajów unijnych jest wysoki, co powinno być wykorzystane w realizacji celów wskaźnikowych, zrównoważonego rozwoju oraz w eksporcie surowców.
5. Powszechne stosowanie odnawialnych źródeł energii jest trwałą tendencją światową i Polska powinna włączyć się w ten rynek nie tylko od strony surowcowej, ale również produkcji urządzeń i tworzenia efektywnych technologii.
6. Wypełnienie przez Polskę Narodowych Celów Wskaźnikowych na poziomie 7,5% i 5,75% dla paliw transportowych spowoduje ograniczenie emisji CO₂ o 12,7 mln ton.
7. Wykorzystanie posiadanego potencjału biomasy w Polsce i zastąpienie części paliw konwencjonalnych paliwami odnawialnymi umożliwi redukcję dwutlenku węgla o 75,8 mln ton, co stanowi 36,4% limitu pozwoleń przyznanego Polsce.

Literatura

- Beurskens L. W. M., Hekkenberg M., 2011, *Renewable Energy Projections as Published in National Renewable Action Plan of the European Member States*. European Environment Agency.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzająca mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych.
- Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC, 2006.
- Hull Z., 2008, *Filozoficzne i społeczne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju*. Problemy Ekorozwoju, t. 1, Uniw. Warmińsko-Mazurski, Olsztyn.
- Jasiulewicz M., 2010, *Potencjał biomasy w Polsce*. Politechnika Koszalińska, Koszalin.
- Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, projekt*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 2010.
- Kuś J., Faber A., 2010, *Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski*. I Kongres Nauk Rolniczych, Nauka – Praktyce, IUNiG, Puławy.
- Metodyka wraz z przykładowym obliczaniem „limitu” krajowych emisji gazów cieplarnianych dla Polski na lata 2013-2030*, opr. E. Smol, KASHUE-KOBiZE, Warszawa, kwiecień 2010 r.
- Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego w sprawie komunikatu Komisji „Plan działania w sprawie biomasy”* [2006/C 195/19].
- Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku*, projekt z 23.10.2009 r., Warszawa.
- Poskrobko B., (red.), 2007, *Zarządzanie środowiskiem*. PWE, Warszawa.

Projekt Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 1.10.2009 r. zmieniający rozporządzenie 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 potwierdzenia danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii.

Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 r., załącznik 2, Warszawa, 2009.

The Commission's Report on Sustainability Requirements for the Use of Solid and Gaseous Biomass Sources in Electricity, Heating and Cooling, report/com 2010 0011 3.

Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2007 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2010, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.

Wskaźniki zrównoważonego rozwoju, GUS, Katowice, 2011.

Żmuda K., 2007, Ustawa paliwowa – Stan aktualny. 'Wiś Jutra', nr 3.