

Krzysztof NAPIERAJ

Uniwersytet Techniczno – Przyrodniczy im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

Monika STAŃCZAK

Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII - BIOMASA

SŁOWA KLUCZOWE:

odnawialne źródła energii, biomasa, biopaliwa, rośliny energetyczne, biogaz, pelet, brykiet

STRESZCZENIE

Biomasa to nieszkodliwe dla środowiska, odnawialne źródło energii. Jej największą zaletą jest minimalny bilans emisji dwutlenku węgla (CO_2), uwalnianego podczas spalania biomasy, a także niższa niż w przypadku paliw kopalnych emisja dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO). Przykładowo, spalając 1 GJ oleju napędowego, powodujemy emisję 1,255 kg tlenków azotu, 0,004 kg podtlenku azotu (N_2O) i aż 73,84 kg dwutlenku węgla. Spalenie analogicznej ilości drewna opałowego przyczynia się jedynie do emisji 0,202 kg tlenków azotu, zaś współczynnik emisji podtlenku azotu i dwutlenku węgla jest prawie równy zeru. W Unii Europejskiej zwiększenie produkcji energii z biomasy z 69 mln ton ekwiwalentu olejowego w 2003 roku do 149 mln w roku 2010 pozwoli zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o 209 mln ton rocznie.

Wykorzystanie biomasy jest korzystne z punktu widzenia ochrony środowiska nie tylko ze względu na zmniejszoną emisję zanieczyszczeń. Pozyskując energię z biomasy zapobiegamy marnotrawstwu nadwyżek żywności, zagospodarujemy



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

odpady produkcyjne przemysłu leśnego i rolnego, utylizujemy odpady komunalne.

THE RENEWABLE SOURCES OF ENERGY - BIOMASS

KEY WORDS:

renewable energy sources, biomass, biofuels, energy crops, biogas, pellets, briquettes

SUMMARY

Biomass is environmentally friendly, renewable source of energy. Its greatest advantage is the minimum balance of carbon dioxide (CO₂) released during biomass burning, and also lower than for fossil fuels, emissions of sulfur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x) and carbon monoxide (CO). For example, the burning of 1 GJ of diesel fuel, causing the emission of oxides of nitrogen, 1.255 kg, 0.004 kg of nitrous oxide (N₂O) and up to 73.84 kilograms of carbon dioxide. Burning the same amount of fuel wood contributes only to the emission of 0.202 kg of nitrogen oxides, and the ratio of nitrous oxide and carbon dioxide is nearly equal to zero. In the European Union to increase energy production from biomass of 69 million tons of oil equivalent in 2003 to 149 million in 2010 will reduce carbon dioxide emissions by 209 million tons per year. The use of biomass is advantageous from an environmental perspective, not only because of the reduced emissions. Obtaining energy from biomass, preventing waste of food surpluses, are managing their waste products of the forestry industry and agriculture, recycle waste.



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

WSTĘP

Energia jest podstawowym składnikiem życia. Jest ona tak samo ważna jak żywność czy tlen. Jej źródła odgrywają dużą rolę w rozwoju ludzkości i dlatego istotne jest ich pochodzenie. Tradycyjne źródła energii (węgiel, gaz ziemny, ropa naftowa, itd) dotychczas były i są zasadniczym elementem polityki energetycznej państwa. Jednak podczas kryzysu paliwowego lat siedemdziesiątych uświadomiono sobie, iż ich zasoby są na wyczerpaniu. Zaczęto bardziej intensywnie interesować się innymi źródłami energii. Alternatywnymi źródłami mogącymi sprostać temu wyzwaniu są odnawialne źródła energii. Wykorzystują one energię zasobów naturalnych, takich jak: wiatr, promienie słoneczne, ciepło wnętrza Ziemia, odpady czy woda. Najważniejszym z tych źródeł w Polsce o największym potencjale jest biomasa. Biomasa to wszelkie pozostałości roślinne i zwierzęce, np. słoma, odchody zwierząt, uprawy energetyczne, drewno i różnego rodzaju bioodpadki. Otrzymuje się z nich wiele paliw znanych biopaliwem. Są to m.in. różnego rodzaju alkohole i biodiesel. W wyniku spalania uzyskuje się ciepło, które może być przetworzone w energię np. elektryczną. Obecnie jednak coraz częściej powstają bardziej efektywne technologie zarówno pod względem ekonomicznym, jak i ekologicznym, by chronić środowisko i służyć następnym pokoleniom.

ANALIZA BIOMASY JAKO ŹRÓDŁA ENERGII

Definicja biomasy

Zgodnie z definicją Unii Europejskiej biomasa oznacza podatne na rozkład biologiczny frakcje produktów, odpadów i pozostałości przemysłu rolnego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich. Jest to najwcześniej wykorzystywane odnawialne źródło energii, towarzyszące ludzkości w każdej dziedzinie życia. Powstaje praktycznie samoistnie, tylko do zwiększenia intensywności potrzebne są



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

dodatkowe procesy. Materia ta staje się dzisiaj coraz bardziej docenianym surowcem ze względu na swoje wartości energetyczne. Uznaniem cieszy się także, dzięki swojemu dużemu potencjałowi. Wyraża się ją w tzw. świeżej masie (naturalnej masie organizmów) i suchej masie (masie bezwodnej).

Biomasa, którą przy użyciu metod fizycznych, chemicznych bądź biochemicznych przygotowano do wykorzystania w celach energetycznych nosi nazwę biopaliwa.

Biopaliwa stałe, płynne i gazowe produkowane są z biomasy, która sama występuje w różnych stanach skupienia.

Wśród biopaliw stałych wyróżniamy np. brykiet, który może być wytwarzany z każdego rodzaju biomasy roślinnej, lecz najczęściej produkowany jest z trocin, wiórów, zrębków drzewnych czy słomy oraz pelet do produkcji którego nadaje się kora, zrębki, rośliny energetyczne i słoma, lecz najczęściej wykorzystywane są trociny i wióry.

Podobnie [biopaliwa płynne](#) – bioolej, biodiesel czy bioalkohole - produkowane są z różnych surowców i przy użyciu różnych technologii.

Jeśli chodzi o [biopaliwa gazowe](#), to obok pozyskiwanego w procesie fermentacji metanowej biogazu do celów energetycznych wykorzystywany jest także holzgas, czyli gaz drzewny powstający w procesie pirolizy.

WŁAŚCIWOŚCI BIOMASY JAKO PALIWA

Wartość energetyczna (opałowa) to jeden z najważniejszych parametrów termofizycznych biopaliw stałych. Waha się od 6-8 GJ/t dla biopaliw o wilgotności 50-60%, przez 15-17 GJ/t dla biopaliw podsuszonych do stanu powietrznie-suchego, których wilgotność wynosi 10-20%, aż do 19 GJ/t dla biopaliw całkowicie wysuszonych (EC BREC). Jest niższa od wartości opałowej węgla – 1,5 tony podsuszonego drewna bądź słomy ma taką wartość energetyczną jak tona węgla o przeciętnej wartości opałowej - i znacznie niższa od wartości opałowej gazu ziemnego.



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

Tabela 1. Wartości opalowe różnych paliw

Paliwo	Wartość opalowa w GJ/t
gaz propan-butan	45
lekki olej opałowy	42
ciężki olej opałowy	40
węgiel	27
koks	25
drewno opałowe suche	19

Wartość energetyczna biopaliwa stałego rośnie wraz ze spadkiem wilgotności, im bardziej suche biopaliwo, tym mniej energii potrzeba do odparowania wody w procesie spalania i tym efektywniejszy jest proces energetyczny.

Wartość opalowa paliwa stałego = ciepło spalania paliwa – ciepło parowania wody uwolnionej w czasie spalania i powstałej z wodoru zawartego w paliwie (wilgoci higroskopijnej).

Ciepło spalania to ilość ciepła, powstająca w wyniku całkowitego spalania jednostki masy paliwa stałego w bombie kalorymetrycznej w atmosferze tlenu w temperaturze 250 st. C.

O wartości energetycznej drewna w największym stopniu decyduje jego wilgotność i gęstość, mniejszą rolę odgrywa zaś rodzaj drewna i sposób jego przygotowania. Wartość opałowa słomy zależy w głównej mierze od jej wilgotności. Zbyt wilgotna słoma ma nie tylko mniejszą wartość energetyczną, lecz powoduje także większą emisję zanieczyszczeń podczas spalania. Dlatego ustala się normy, określające maksymalną dopuszczalną wilgotność słomy. Choć normy te są różne dla różnych urzędzeń, najczęściej przyjmuje się, że wilgotność słomy powinna utrzymywać się w granicach 18-25%.

Wilgotność bezwzględna drewna to wyrażony w procentach stosunek wody zawartej w drewnie do masy drewna w stanie całkowicie suchym.

Wilgotność względna drewna to stosunek masy wody, zawartej w drewnie do masy



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

drewna w stanie mokrym, wyrażony w procentach.

Tabela 2. Właściwości biopaliw stałych

Biopaliwo	Wilgotność %	Wartość energetyczna MJ/kg	Gęstość kg/m³	Zawartość popiołu % s. m.
zrębki	20-60	6-16	150-400	0,6-1,5
pelety	7-12	16,5-17,5	650-700	0,4-1,0
słoma żółta	10-20	14,3	90-165	4,0
słoma szara	10-20	15,2	90-165	3,0
drewno kawałkowe	20-30	11-22	380-640	0,6-1,5
kora	55-65	18,5-20	250-350	1-3

Wilgotność ma znaczenie nie tylko jako czynnik decydujący o wartości opałowej i emisji zanieczyszczeń, jest również istotna z uwagi na technologię spalania, transport, magazynowanie, automatyzację podawania do kotła i warunki jego eksploatacji. Z tych wszystkich względów ważne są także takie parametry biopaliw, jak gęstość usypowa czy zawartość popiołu.

Biomasę – zwłaszcza drzewną - cechuje także niższa w porównaniu z węglem zawartość popiołu, co w odróżnieniu od niskiej gęstości jest sporą zaletą paliw z biomasy.

Nie zawierający szkodliwych substancji popiół pochodzący ze spalania biomasy nadaje się do wykorzystania w charakterze nawozu mineralnego.

Paliwo	Zawartość popiołu w %
węgiel	22,2
zrębki drzewne	0,3 - 2,2

Nie tylko zawartość, lecz także skład popiołu jest inny w przypadku biomasy i inny w przypadku węgla. Podczas gdy główne składniki popiołu z węgla kamiennego to dwutlenek krzemu (SiO_2), dwutlenek glinu (AlO_2) i trójtlenek żelaza (Fe_2O_3), w popiele powstającym podczas spalania biomasy poza dwutlenkiem krzemu



występują głównie tlenki: wapnia (CaO) i potasu (K₂O).

To właśnie skład chemiczny, a konkretnie obecność łatwotopliwych tlenków metali alkalicznych sprawia, że popiół z biomasy topi się zazwyczaj w o wiele niższych temperaturach, niż popiół z węgla. Popiół z biomasy jest nieraz płynny już w temperaturze 800° C.

TECHNOLOGIE WYKORZYSTANIA

Jeden z podstawowych podziałów technologii wykorzystywania biomasy przedstawia się następująco:

- a) piroliza;
- b) spalanie biomasy roślinnej – drewna i jego odpadów, słomy i upraw energetycznych, osadów ściekowych, zbóż; spalanie to może być:
 - metodą bezpośrednią - piece, kotły,
 - przy początkowej gazyfikacji w odrębnych sektorach, a później przez palenie uzyskanego w ten sposób gazu palnego np. w kotłach lub zasilanie nim silników spalinowych,
 - współspalanie z węglem;
- c) gazyfikacja;
- d) kogeneracja;
- e) procesy biochemiczne:
 - poprzez fermentację alkoholową trzciny cukrowej, ziemniaków czy umownego materiału organicznego, który poddaje się takiemu procesowi, by uzyskać alkohole do paliw silnikowych,
 - beztlenową fermentację metanową odpadowej masy organicznej (np. nieczystości z pracy rolnej lub przemysłu spożywczego), by uzyskać biogaz, a później palenie go w paleniskach kotłowych lub zasilanie nim silników spalinowych, napędzających np. generatory prądu elektrycznego.

Piroliza

Piroliza jest wstępem do procesów spalania i gazyfikacji. Polega na rozszczepianiu



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

cząsteczek związków chemicznych w temperaturze ponad 600°C przy małym dostępnym tlenu. Związki te posiadają dużą masę cząsteczkową i rozpadają się na mniejsze cząsteczki. Efektem końcowym jest zamiana biomasy w ciecze (kwas octowy, aceton i metanol), węgiel drzewny i nieskondensowane gazy.

Spalanie

Proces ten jest najprostszą formą pozyskiwania energii. Wyzwala się tak większość energii otrzymywanej na świecie z biomasy. Może być wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej, jak i cieplnej. Procesowi spalania może być poddawany każdy stan skupienia, a instalacje mogą utylizować różne rodzaje biomasy.

Gazyfikacja

Proces ten zachodzi w wysokiej temperaturze i jest podobny do wcześniej wspomnianego spalania. Z tą jednak różnicą, że produktem jest gaz (a nie ciepło), który po spaleniu dostarcza energii cieplnej. Poza oddawaniem ciepła, gaz ten może być wykorzystywany także w kuchenkach gazowych i w turbinach, służących do produkcji elektryczności oraz maszynach, wykonujących pracę mechaniczną.

Kogeneracja

Kolejny proces technologiczny zagospodarowania biomasy to kogeneracja. Jest to skojarzone wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej jednocześnie. Powoduje to lepsze efekty niż proces oddzielnej produkcji tych energii. W układach tych wskaźnik wykorzystania energii chemicznej paliwa wynosi aż 80-90%, co jest możliwe dzięki odzyskiwaniu wysokiej jakości ciepła ze spalin. Kogeneracja jest więc korzystna zarówno ze względów termodynamicznych, jak i z ekonomicznych czy ekologicznych. Wszędzie tam, gdzie występuje zapotrzebowanie na oba rodzaje energii można ten sposób stosować. Technika zaś zależy od danego paliwa.

POTENCJAŁ I MOŻLIWOŚCI PRODUKCYJNE



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

Światowe roczne możliwości energetyczne biomasy stałej, według raportu Międzynarodowego Panelu do spraw Zmian Klimatu, wynoszą 440 EJ, a biopaliw płynnych 154 EJ. Szacuje się, że światowy potencjał biomasy na lądzie wynosi około 150 gigaton (mld ton) rocznie, co odpowiada około 120 mld ton węgla kamiennego i blisko dziesięciokrotnie przekracza współczesne zapotrzebowanie świata na energię. Z tego potencjału, który aż w 99% stanowi biomasa pochodzenia roślinnego, faktycznie do użytku nadaje się prawdopodobnie 20-30%, zaś rzeczywiście wykorzystywane jest zaledwie 6 mld ton.

W Polsce roczny potencjał energetyczny biomasy, którą można zagospodarować to: ponad 20 mln ton słomy odpadowej, ok. 4 mln ton odpadów drzewnych, ok. 6 mln ton osadów ściekowych przemysłu. W sumie daje to ok. 30 mln ton biomasy rocznie, co jest energetycznie równoważne 15 - 20 mln ton węgla. W Polsce udział biomasy w OZE wynosi 98%.

Pozyskiwanie energii z biomasy ma wiele zalet, m.in.:

- 1) ograniczenie emisji CO₂ z paliw nieodnawialnych, który w przeciwieństwie do CO₂ z biopaliwa nie jest neutralny dla środowiska; również mniejsza emisja SO₂,
- 2) możliwość powstania nowych miejsc pracy,
- 3) decentralizacja produkcji energii a co za tym idzie większe bezpieczeństwo energetyczne,
- 4) wspomaganie rozwoju wsi,
- 5) biomasa jest najmniej kapitałochłonnym źródłem energii odnawialnej,
- 6) zapobieganie nadprodukcji żywności,
- 7) możliwość zagospodarowania nieużytków;

Biomasa, oprócz zalet posiada również pewne wady, do których należy zaliczyć:

- 1) mniejsza wartość energetyczna surowca w stosunku do paliw kopalnych,
- 2) spalanie biomasy zanieczyszczonej pestycydami, odpadami tworzyw sztucznych lub zw. chlorowcopochodnymi powoduje emisję dioksyn i furanów;



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie

- 3) mała gęstość surowca utrudnia jego transport i magazynowanie,
- 4) niektóre surowce dostępne są sezonowo;

LITERATURA

1. P. Gradziuk red., Biopaliwa, 2003
2. Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego, publikacja EC BREC/IMBER, 2003
3. G. Wiśniewski, M. Pisarek, Energetyczne wykorzystanie drewna i słomy. Możliwości i doświadczenia praktyczne, w: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii na szczeblu lokalnym – materiały seminaryjne, Poznań – Kraków – Warszawa 1999
4. Paliwa drzewne – tanie i ekologiczne źródło ciepła, broszura KAPE, W-wa 2004
5. M. Ściążko, J. Zawistowski, K. Kubica, Produkcja ciepła z biomasy drzewnej w ogrzewnictwie indywidualnym i komunalnym. Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim, 2003
6. Spalanie, gazyfikacja, piroliza, Eko-Wat, Nr 1, EC BREC, 2002.
7. Czysta Energia, styczeń 2006
8. <http://ec.europa.eu>
9. www.erec-renewables.org
10. www.elektroenergetyka.pl
11. www.aboutbioenergy.info
12. www.paze.pl



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WOJEWÓDZTWO
KUJAWSKO-POMORSKIE

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Mój region w Europie