

Rozdział 8 Biomasa

Biomasa to masa organiczna zawarta w organizmach roślin i zwierząt. Jest to najstarsze i najszerzej współcześnie wykorzystywane odnawialne źródło energii.

Należą do niej zarówno odpady z gospodarstwa domowego, jak i pozostałości po przycinaniu zieleni miejskiej. Biomasa to cała istniejąca na Ziemi materia organiczna, wszystkie substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego ulegające biodegradacji. Biomasa są resztki z produkcji rolnej, pozostałości z leśnictwa, odpady przemysłowe i komunalne.

Biomasa to głównie pozostałości i odpady. Niektóre jej formy są jednak celem, a nie efektem ubocznym produkcji. Specjalnie po to, by pozyskiwać biomasę uprawia się pewne rośliny – przykładem jest wierzba wiciowa, rdest czy trzcina pospolita. Do tych upraw energetycznych nadają się zwłaszcza rośliny charakteryzujące się dużym przyrostem rocznym i niewielkimi wymaganiami glebowymi.

8.1 Źródła biomasy

Drewno

- Odpady leśne, np. zrębki, ścinki i inne pozostałości po wyrębie drzew,
- Opał drzewny np. polana czyli kawałki drewna przygotowane do spalania w piecu lub kominku
- Odpady i produkty uboczne przemysłu leśnego, np. kora, trociny i wióry,
- Uprawy roślin energetycznych, np. wierzba wiciowa,
- Odpady drzewne powstające w mieście, np. pozostałości po przycinaniu gałęzi drzew, koszeniu trawników, odpady z przydomowych ogródków

Słoma i odpady rolnicze

- Słoma zbóż, roślin oleistych (np. rzepak) i roślin strączkowych
- Pozostałości po zbiorach np. łuski orzechów kokosowych, resztki z kolb kukurydzy
- Odpady i produkty uboczne przemysłu przetwórczego np. pozostałości po przerobieniu trzciny cukrowej i wytloki z oliwek

Inne odpady organiczne

- Odchody zwierzęce np. trzody chlewnej, kurcząt i bydła,
- Osady ściekowe np. pochodzące ze ścieków komunalnych,
- Składowiska odpadów, gdzie części organiczne wykorzystuje się do produkcji biogazu

Możliwa jest wstępna obróbka biomasy, taka jak np. brykietowanie lub granulowanie.

Brykiet drzewny produkowany jest z rozdrobnionych odpadów drzewnych takich jak trociny, wióry czy zrębki, które są sprasowywane pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. Niska zawartość wilgoci sprawia, że wartość opałowa brykietów jest wyższa niż drewna. Dzięki dużemu zagęszczeniu materiału w stosunku do objętości, proces spalania jest stopniowy i powolny. Brykiet drzewny ma najczęściej kształt walca lub kostki. Technologia produkcji brykietów drzewnych była już stosowana przed II wojną światową w Szwajcarii, jednak produkcja na skalę przemysłową rozwinęła się dopiero w latach osiemdziesiątych XX wieku.

Surowcem do produkcji brykietu z biomasy może być każdy rodzaj rośliny lub odpadów pochodzenia roślinnego. Największe znaczenie gospodarcze i największą wartość handlową mają brykiety produkowane z drewna. Do przerobu nadają się praktycznie wszystkie rodzaje drewna i odpadów drzewnych, w tym zrębki i trociny. Brykietowanie następuje w prasach mechanicznych lub hydraulicznych bez stosowania żadnych substancji wiążących. O kształcie otrzymanego brykietu decyduje rodzaj zastosowanej prasy brykietującej. Linie do produkcji brykietu zarówno mechaniczne, jak i hydrauliczne, oferowane są przez producentów krajowych i zagranicznych.

Pelety (granulat) to wysoko wydajne, odnawialne paliwo, produkowane z biomasy.

W krajach Unii Europejskiej produkcja i zastosowanie energetyczne granulatu z odpadów drzewnych wzrosły kilkukrotnie w ostatnich latach. Również w Kanadzie i Stanach Zjednoczonych rynek produkcji pelet rozwija się bardzo dynamicznie. Pelety są używane do ogrzewania budynków użytkowych i

gospodarstw domowych od kilkunastu lat. Również w Polsce pelety zdobywają coraz większą rzeszę zwolenników.

Surowcem do produkcji granulatu są odpady drzewne z tartaków, zakładów przeróbki drewna i leśne odpady drzewne. Najpopularniejszymi odpadami do produkcji granulatu są trociny i wióry. Technicznie możliwe jest także produkowanie granulatu z kory, zrębków, upraw energetycznych i słomy.

Produkcja peletu polega na poddaniu biomasy trzem kolejnym procesom: suszenia, mielenia i prasowania. Pelety wytłacza się z rozdrobnionej suchej biomasy pod dużym ciśnieniem w prasie rotacyjnej, bez substancji klejącej. Produktem końcowym są małe granulki o średnicy 6-25mm i długości do kilku centymetrów. Bardzo duże siły działające podczas wyciskania powodują, że w małej objętości zostaje zmieszczona duża ilość produktu.

Paliwo to charakteryzuje się niską zawartością wilgoci (8-12%), popiołów (0,5%) i substancji szkodliwych dla środowiska oraz wysoką wartością energetyczną. Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne środowisku naturalnemu, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji.

Granulat z odpadów drzewnych jest konkurencyjny dla oleju, węgla i gazu pod względami ekonomicznymi i ze względu na mniejsze emisje gazów i pyłów. Jest to jedno z najtańszych paliw, jego cena jest znacznie niższa od cen oleju opałowego i gazu. Wykorzystanie granulatu do ogrzewania budynków użyteczności publicznej i w budownictwie jednorodzinym jest bardzo korzystne, szczególnie tam gdzie obecnie stosuje się olej opałowy.

Ważną zaletą pelet jest to, że mogą być produkowane z lokalnie dostępnych surowców. Daje to możliwość stworzenia nowych miejsc pracy. Granulat produkowany jest z odpadów drzewnych, zatem jego produkcja przyczynia się do zmniejszania problemu zagospodarowania odpadów i zużycia paliw kopalnych. Spalanie drewna nie powoduje emisji CO₂, ponieważ emisje równoważone są przez pochłanianie dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy.

Pelety spalane są w pełni automatycznych kotłach c.o. Na rynku polskim jest już wielu producentów i dystrybutorów kotłów, przystosowanych do spalania pelet. Istnieje również możliwość zastosowania przystawki do kotła starego typu. Do posiadanego kotła grzewczego możemy wmontować odpowiednio przystosowany palnik do spalania granulatu. Granulat jako paliwo nadaje się do wykorzystania zarówno w instalacjach indywidualnych, jak i systemach ciepłowniczych.

Uprawy roślin energetycznych

Według założeń „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej” udział energii odnawialnej w bilansie energii pierwotnej w skali kraju powinien zwiększyć się z około 2,5% obecnie do 7,5% w roku 2010. W tym czasie udział biomasy w całości energii pierwotnej pozyskiwanej z odnawialnych źródeł energii powinien wynosić ponad 90 procent. Ze względu na ograniczone możliwości wykorzystania drewna opałowego z lasów, drewna odpadowego z przemysłu drzewnego czy też słomy z rolnictwa, dla osiągnięcia tego celu konieczne będzie zakładanie plantacji roślin energetycznych.

Prace badawcze i wdrożeniowe nad produkcją drewna opałowego na specjalnych plantacjach prowadzone są w wielu krajach. W Szwecji realizowany jest program rządowy pod nazwą Energy Forestry. Plantacje wierzby krzewiastej w Szwecji powiększają się rocznie o kolejne 16 tys. ha, a plany zakładają prowadzenie uprawy na 800 tys. ha. W Walii prowadzony jest program Salix Project, który ma doprowadzić do zmiany użytkowania gleb z pastwiskowego na energetyczne. W Danii, Niemczech, Austrii i Stanach Zjednoczonych prowadzone są prace nad produkcją alkoholu metylowego z biomasy wierzbowej, który byłby dodatkiem do paliw płynnych zmniejszającym zanieczyszczenie środowiska, a w najbliższej przyszłości alternatywnym paliwem dla silników.

Zwiększenie wykorzystania biomasy pochodzącej z upraw energetycznych wymaga utworzenia całego systemu obejmującego produkcję, dystrybucję i wykorzystanie biomasy. Tak więc działania powinny być ukierunkowane nie tylko na zakładanie plantacji, ale również na zorganizowanie systemu magazynowania i dystrybucji paliwa oraz zapewnienie efektywnego wykorzystania biomasy. Biomasa pochodząca z plantacji roślin energetycznych może być przeznaczona do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej, a także do wytwarzania paliwa ciekłego lub gazowego. Tylko równoległe rozwijanie wszystkich elementów systemu opartego o biomasę może zapewnić sukces. Uprawa roślin energetycznych może przyczynić się do powstawania nowych miejsc pracy w gminie oraz tworzenia lokalnych niezależnych rynków energii.

Cechy roślin energetycznych

Rośliny energetyczne powinny charakteryzować się dużym przyrostem rocznym, wysoką wartością opalową, znaczną odpornością na choroby i szkodniki oraz stosunkowo niewielkimi wymaganiami glebowymi. Niezwykle istotną sprawą jest również możliwość mechanizacji prac agrotechnicznych związanych z zakładaniem plantacji oraz zbieraniem plonu. Uprawa roślin energetycznych może być średnio użytkowana przez okres 15-20 lat.

Rośliny energetyczne uprawiane w Polsce

- wierzba wiciowa,
- ślazier pensylwański, zwany również malwą pensylwańską,
- słonecznik bulwiasty, zwany powszechnie topinamburem,
- róża wielokwiatowa,
- rdest sachaliński,
- trawy wieloletnie, m. in. miskant olbrzymi, miskant cukrowy, spartina preriowa, palczatka Gerarda.

8.2 Technologie przetwarzania biomasy na energię

Spalanie

Wykorzystywane zarówno do produkcji energii cieplnej, jak i do wytwarzania energii elektrycznej spalanie jest najbardziej rozpowszechnioną i zarazem najprostszą formą pozyskiwania energii z biomasy. W procesie spalania generuje się aż 90% energii, otrzymywanej na świecie z biomasy, przy czym spalana może być biomasa we wszystkich stanach skupienia.

- w sposób bezpośredni – w paleniskach otwartych (ogniska) lub zamkniętych (piece, kotły)
- w sposób pośredni – przy wstępnej gazyfikacji w odrębnych gazyfikatorach, a następnie poprzez spalanie otrzymanego w ten sposób gazu palnego np. w kotłach lub zasilanie nim silników spalinowych.

Gazyfikacja

Podobnie jak spalanie, gazyfikacja jest zachodzącym w wysokiej temperaturze procesem konwersji termochemicznej, z tą jednak różnicą, że jej produktem nie jest ciepło, lecz gaz, który dopiero po spaleniu dostarcza energii cieplnej. Poza wytwarzaniem ciepła, gaz ten może być wykorzystywany także w kuchenkach gazowych oraz w turbinach, służących do produkcji elektryczności i maszynach, wykonujących pracę mechaniczną. Proces gazyfikacji polega na częściowym spalaniu biomasy w temperaturze około 1200-1400⁰. C w warunkach ograniczonego dostępu powietrza bądź tlenu.

Piroliza

Będąca wstępem do procesów spalania i gazyfikacji piroliza to technologia, która w porównaniu ze spalaniem i gazyfikacją znajduje się dopiero we wczesnym stadium rozwoju. Jej produktem jest ciekłe biopaliwo zwane bioolejem lub olejem pirolitycznym, będące złożoną mieszką utlenionych węglowodorów. Zaletą pirolizy jest większa niż w przypadku spalania i gazyfikacji łatwość transportowania produktu wyjściowego, pozwalająca znacznie ograniczyć koszty transportu. Piroliza jest złożonym procesem, a właściwości jej produktu zależą od wysokości temperatury, od tego jak długo poddawano materiał jej działaniu, od obecności wody, tlenu i gazów, a także od cech poddanego pirolizie surowca. Piroliza zachodzi w temperaturze 200-600 °C przy bardzo małym dostępie tlenu. W jej trakcie następuje wyodrębnienie z drewna lotnych składników (drewno zawiera ich nawet do 80%). Ponieważ piroliza to jeden z etapów zgazowania, pojęcia te są czasami mylone. Główną różnicą jest ilość powietrza (tlenu), która bierze udział w procesie. Różnica jest też w produktach obu procesów -- w przypadku zgazowania mamy tylko palny gaz (gaz drzewny) i popiół.

Fermentacja beztlenowa np. trzciny cukrowej lub ziemniaków celem wytworzenia alkoholu etylowego do paliw silnikowych jest złożonym procesem biochemicznym zachodzącym w warunkach beztlenowych.

Biogaz

Biogaz powstaje w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne rozkładane są przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej zamienianej jest w biogaz. Zgodnie z przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej składowanie odpadów organicznych może odbywać się jedynie w sposób zabezpieczający przed niekontrolowanymi emisjami metanu. Gaz wysypiskowy musi być spalany w pochodni lub w instalacjach energetycznych, a odchody zwierzęce fermentowane.

Istotny jest fakt, że wykorzystując będący jednym z gazów cieplarnianych metan zapobiega się jego emisji do atmosfery. Im mniej zaś w atmosferze gazów cieplarnianych, tym mniejsze natężenie efektu cieplarnianego, tym mniej związanych z globalnym ociepleniem niekorzystnych zmian klimatu.

Biogaz wykorzystywany do celów energetycznych powstaje w wyniku fermentacji:

- odpadów organicznych na składowiskach odpadów,
- odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych,
- osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków.

Biogaz powstający w wyniku fermentacji beztlenowej składa się w głównej mierze z metanu (od 40% do 70%) i dwutlenku węgla (około 40-50%), ale zawiera także inne gazy, m. in. azot, siarkowodór, tlenek węgla, amoniak i tlen. Do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej może być wykorzystywany biogaz zawierający powyżej 40% metanu.

Biogaz może być wykorzystywany na wiele różnych sposobów. Gaz wysypiskowy może być dostarczany do sieci gazowej, wykorzystywany jako paliwo do pojazdów lub w procesach technologicznych. Biogaz może być spalany w specjalnie przystosowanych kotłach, zastępując gaz ziemny. Uzyskane ciepło może być przekazywane do instalacji centralnego ogrzewania. Energia elektryczna wyprodukowana w silnikach iskrowych lub turbinach może być sprzedawana do sieci energetycznych. Biogaz jest również wykorzystywany w układach skojarzonych do produkcji energii elektrycznej i ciepła.

Gaz wysypiskowy

Odpady organiczne stanowią jeden z głównych składników odpadów komunalnych. Ulegają one naturalnemu procesowi biodegradacji, czyli rozkładowi na proste związki organiczne. W warunkach optymalnych z jednej tony odpadów komunalnych może powstać około 400-500 m³ gazu wysypiskowego. Jednak w rzeczywistości nie wszystkie odpady organiczne ulegają pełnemu rozkładowi, a przebieg fermentacji zależy od szeregu czynników. Dlatego też przyjmuje się, że z jednej tony odpadów można pozyskać maksymalnie do 200 m³ gazu wysypiskowego.

W chwili obecnej na świecie działa ponad 800 instalacji energetycznego wykorzystania gazu wysypiskowego. W Europie najbardziej zaawansowana jest pod tym względem Wielka Brytania, gdzie w 2000 r. moc zainstalowana wynosiła 292 MW energii elektrycznej. W Polsce zarejestrowanych jest obecnie ok. 700 czynnych składowisk odpadów. Oszacowano, że produkują one rocznie ponad 600 mln m³ metanu. W praktyce zasoby gazu wysypiskowego możliwe do pozyskania nie przekraczają 30-45% całkowitego potencjału powstającego na wysypisku gazu. W takich warunkach zasoby metanu realnie możliwe do pozyskania z wysypisk odpadów komunalnych są szacowane na 135-145 mln m³ metanu rocznie, co jest równoważnikiem 5235 TJ. Potencjał ten jest obecnie wykorzystywany tylko w nieznacznym stopniu. W 2002 r. w Polsce działało zaledwie 18 instalacji do wykorzystania gazu wysypiskowego.

Biogazownie rolnicze

W gospodarstwach hodowlanych powstają znaczne ilości odpadów, które mogą być wykorzystane do produkcji biogazu. Z 1 m³ płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m³ biogazu, a z 1 m³ obornika – 30 m³ biogazu, o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m³. Potencjał biogazu z odchodów zwierzęcych w Polsce wynosi 3310 mln m³, jednak w praktyce instalacje do pozyskania biogazu mają szansę powstać tylko w dużych gospodarstwach hodowlanych.

Biogaz z oczyszczalni ścieków

Potencjał techniczny dla wykorzystania biogazu z oczyszczalni ścieków do celów energetycznych jest bardzo wysoki. W Polsce jest 1759 przemysłowych i 1471 komunalnych oczyszczalni ścieków i liczba ta wzrasta. Standardowo z 1m³ osadu (4-5% suchej masy) można uzyskać 10-20 m³ biogazu o zawartości ok. 60% metanu. Do bezpośredniej produkcji biogazu najlepiej dostosowane są oczyszczalnie biologiczne, które mają zastosowanie we wszystkich oczyszczalniach ścieków

komunalnych oraz w części oczyszczalni przemysłowych. Ponieważ oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo wysokie zapotrzebowanie własne zarówno na energię cieplną i elektryczną, energetyczne wykorzystanie biogazu z fermentacji osadów ściekowych może w istotny sposób poprawić rentowność tych usług komunalnych. Ze względów ekonomicznych pozyskanie biogazu do celów energetycznych jest uzasadnione na tylko większych oczyszczalniach ścieków przyjmujących średnio ponad 8 000-10 000 m³/dobę.

Biopaliwa płynne

Następujący współcześnie szybki rozwój transportu ma swoje dobre i złe strony. Do tych ostatnich należą niewątpliwie powodowane przez transport zanieczyszczenia. To transport odpowiada za około jedną czwartą emisji dwutlenku węgla (CO₂), przy czym aż 80% tej sumy przypada na transport drogowy. Nic więc dziwnego, że w trosce o środowisko naturalne ludzie coraz częściej zwracają się ku alternatywom dla tradycyjnych paliw. Jedną z takich alternatyw są biopaliwa płynne.

Bioetanol i biometanol

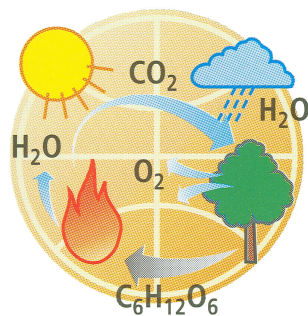
Jeśli chodzi o postać ciekłą, to największe znaczenie odgrywają alkohole produkowane z roślin o dużej zawartości cukru oraz biodiesel produkowany z roślin oleistych.

W wyniku fermentacji, hydrolizy lub pirolizy na przykład kukurydzy czy też trzciny cukrowej otrzymuje się etanol i metanol – biopaliwa, które mogą być następnie dodawane do paliw tradycyjnych. Przykładowo, około 90% wyprodukowanego w Stanach Zjednoczonych etanolu wykorzystuje się do wytwarzania „E 10”, paliwa zwanego także „gazoholem”. Ta, zawierająca tylko 10% etanolu mieszanina może napędzać każdy silnik, pracujący normalnie na benzynie, jednak na „E 85”, paliwie zawierającym 85% etanolu i 15% benzyny mogą jeździć tylko specjalnie przystosowane samochody.

Biodiesel jest biopaliwem otrzymywanym z olejów roślinnych bądź tłuszczów zwierzęcych. Nadaje się on do stosowania w silnikach diesla, przy czym jego spalanie jest znacznie bardziej przyjazne środowisku - w jego trakcie emitowanych jest mniej szkodliwych substancji chemicznych niż przy spalaniu oleju napędowego. Biodiesel otrzymywany jest z oleju roślinnego (lub tłuszczu zwierzęcego), metanolu i katalizatora (np. KOH). W odróżnieniu od normalnego oleju napędowego, biodiesel jest paliwem biodegradowalnym i nietoksycznym, jego wykorzystanie powoduje znaczne obniżenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery. Nadaje się on do wykorzystania prawie wszędzie tam, gdzie dziś stosuje się olej napędowy.

8.3 Środowisko

Biomasę warto wykorzystywać z wielu powodów. Paliwo to jest nieszkodliwe dla środowiska: ilość dwutlenku węgla emitowana do atmosfery podczas jego spalania równoważona jest ilością CO₂ pochłanianego przez rośliny, które odtwarzają biomasę w procesie fotosyntezy. Niższa niż w przypadku paliw kopalnych jest także emisja dwutlenku siarki (SO₂), 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 (N₂O) 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 równy zeru.



Ogrzewanie biomasą staje się opłacalne - ceny biomasy są konkurencyjne na rynku paliw. Wykorzystanie biomasy pozwala wreszcie zagospodarować nieużytki i spożytkować odpady.

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, zagospodarowujemy odpady produkcyjne przemysłu leśnego i rolnego, utylizujemy odpady komunalne. Wysypisko, na którym składowane jest 100 000 ton odpadów komunalnych w ciągu jednej godziny dostarcza 50 m³ biogazu – tyle, ile potrzeba do wyprodukowania 90 kW energii elektrycznej i 156 kW energii cieplnej. Dodatkową korzyścią, wynikającą z wykorzystania biogazu jest fakt, że woń rozkładających się na wysypisku opadów traci na intensywności, a stan środowiska naturalnego w pobliżu wysypiska ulega znacznej poprawie.

Czy wiesz, że...

Autobusy w 17 szwedzkich miastach jeżdżą wyłącznie na paliwie biogazowym, którego wartość energetyczna jest o około 10% wyższa od wartości opałowej benzyny. By przejechać ten sam dystans, potrzeba więc mniej metrów sześciennych biogazu niż litrów benzyny. Wcześniejsze modele zasilanych biogazem samochodów osiągały maksymalną prędkość 230 km/h, nowszymi można jeździć z prędkością dochodzącą do 350 km/h.

Zasoby biomasy są dostępne na całym świecie. Jako źródło energii elektrycznej biomasa jest mniej zawodna niż – na przykład - energia wiatru czy energia Słońca. Uprawy na cele energetyczne pozwalają też zagospodarować nieużytki rolne i rekultywować tereny przemysłowe: w Polsce aż 20% powierzchni kraju to obszary, na których została przekroczona norma stężenia metali ciężkich w glebie, co oznacza, że uprawiane tam rośliny mogą być wykorzystywane wyłącznie przemysłowo. Wykorzystanie biomasy ma także pozytywne skutki społeczne, gdyż wzrastający popyt na produkty rolne przyczynia się do tworzenia nowych miejsc pracy na wsi.

Biomasa – wartość opałowa

Wartości opałowe produktów biomasy w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi:

- słoma żółta 14,5 MJ/kg
- słoma szara 15,2 MJ/kg
- drewno odpadowe 13 MJ/kg
- etanol 25 MJ/kg
- węgiel kamienny 25 MJ/kg
- gaz ziemny 48 MJ/kg