

Biogazownie rolnicze – wysoce efektywna metoda produkcji energii z biomasy

inż. Jerzy Kujawski, Pracownia Inwestycyjno-Projektowa INEKO, ul. Ostródzka 53, 14-200 Iława, tel./fax. 0048 89 648 71 51, www.ineko.pl, biuro@ineko.pl

Dipl.-Ing., mgr inż. Olaf Kujawski, EnerCess GmbH, Robert-Bosch-Str. 7, 32547 Bad Oeynhausen (Niemcy), tel. 0049 57 31 153 39 0, fax. 0049 57 31 153 39 30, www.enercess.de, info@enercess.de

Biogaz produkowany z biomasy – odnawialnego źródła energii

Obecnie, zmiany klimatu ziemskiego, za sprawą szkodliwej działalności człowieka, już nawet dla niedowiarków stały się faktem. Ogromne emisje dwutlenku węgla (CO₂) oraz metanu (CH₄) do atmosfery powodują zwiększenie efektu cieplarnianego, czyli podwyższenie temperatury atmosfery ziemskiej. Inwestowanie w rozwój technologii dla pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych takich jak słońce, wiatr, woda biomasa (ogólnie materia organiczna pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego) czy energia geotermalna staje się powoli koniecznością a nie jak przed paru laty tylko alternatywą. Polska podpisując protokół z Kioto w grudniu 1997 roku zobowiązała się do redukcji emisji gazów cieplarnianych jak i również wspierania rozwoju energii odnawialnej. Biogaz to paliwo pozyskiwane na drodze procesów biochemicznych z biomasy. W nomenklaturze polskiej przyjęło się określać biogaz jako produkt fermentacji metanowej wytwarzany celowo w specjalnie do tego celu skonstruowanych obiektach czyli biogazowniach rolniczych lub w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków oraz jako produkt uboczny beztlenowych procesów rozkładu organicznej części odpadu zgromadzonego na wysypisku śmieci. Artykuł ten obejmuje swoim zakresem pierwszy z wymienionych, celowych sposobów produkowania

energii z substratów organicznych na biogazowniach rolniczych.

Z jakich substratów można produkować biogaz?

Oczywiście nie wszystkie substraty nadają się do produkcji biogazu. Biomasa taka jak drewno czy słoma lub np. rośliny o dużej zawartości substancji trudno rozkładalnych biochemicznie (np. lignina) nadają się bardziej do spalania niż do fermentacji metanowej. To co wyróżnia biogaz wśród innych rodzajów energii odnawialnej pozyskiwanej z biomasy to możliwość zastosowania substratów charakteryzujących się na przykład znaczną zawartością wody lub masy organicznej jak i również takich, które wymagają utylizacji (np. odpady poubojowe).

Biogaz może być wytwarzany z różnych rodzajów oraz typów substratów. Do surowców odnawialnych bardzo dobrze nadających się do zastosowania na biogazowniach rolniczych należą takie materiały jak nawozy naturalne (np: gnojowica, obornik), odpady z produkcji rolnej (np: odpady zbożowe, odpady pasz), celowo hodowane rośliny energetyczne (np: kukurydza, pszenżyto, pszenica, jęczmień, rzepak, lucerna, trawa sudańska, burak pastewny, burak cukrowy, ziemniak). Na biogazowniach rolniczych można również przetwarzać na biogaz odpady organiczne pochodzące na przykład z produkcji spożywczej lub biopaliw oraz inne czyste

chemicznie odpady organiczne. W obszarze zainteresowań są szczególnie substraty o dużym potencjale energetycznym, charakteryzujące się dużą zawartością masy organicznej oraz tanie do pozyskania. Do takich materiałów należą np: odpady warzyw i owoców, odpady z produkcji żelatyny, skrobi, odpady z piekarni, cukierni, odpady tłuszczu i serów z mleczarni, wyłoki owoców i warzyw, wywar gorzelniany, wysłodziny browarniane, odpady poubojowe jak i również odpady żywności ze stołówek, restauracji, gliceryna itd.

Dobranie odpowiednich rodzajów i proporcji substratów dla fermentacji nie jest łatwym zadaniem z uwagi na różnorodność wydajności produkcji biogazu (tabela 1), dynamikę procesu, jakości uzyskanego z nich biogazu, zawartości substancji hamujących i toksycznych oraz reakcje zachodzące między poszczególnymi materiałami wsadowymi.

Tabela 1 Różnorodne substraty i ich wydajności produkcji biogazu¹

substraty	ilość biogazu (m ³ _{gaz} /t _{substrat})
gnojowica bydłowa	25
gnojowica świńska	36
serwatka	55
krajanka buraczana	75
wysłodziny browarniane	75
wywar gorzelniany	80
odpady zielone	110
odpady biologiczne	120
kiszonka kukurydzy	200
flotaty	695
tłuszcz	800

Szczególne zainteresowanie budzi w Polsce wykorzystywanie na biogazowniach rolniczych

¹ źródło: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V

osadów ściekowych z komunalnych lub przemysłowych oczyszczalni ścieków. Zastosowanie tego typu substratu jest problematyczne z uwagi na fakt wykorzystania pozostałości pofermentacyjnej jako nawozu. W osadach ściekowych mogą znajdować się substancje zawierające materiały szkodliwe i uniemożliwiające zastosowanie przetworzonego substratu w produkcji rolnej. Dla producenta energii z biogazu zastosowanie osadów ściekowych wiąże się więc z dodatkowymi nakładami na badanie obecności i zawartości niedozwolonych substancji oraz kosztowną utylizacją przefermentowanego osadu w razie braku możliwości jego wykorzystania jako nawozu.

Jak zbudowana jest biogazownia rolnicza ?

Typowa biogazownia rolnicza składa się urządzeń i obiektów do przechowywania, przygotowania oraz dozowania substratów. W zależności od zastosowanych substancji wejściowych, wyróżniamy trzy rodzaje budowli magazynowych takich jak silosy przejazdowe, zbiorniki oraz hale (substraty charakteryzujące się emisją nieprzyjemnych zapachów). Substraty w formie stałej wprowadza się do komór fermentacji za pomocą specjalnych stacji dozujących, natomiast materiały płynne mogą być dozowane techniką pompową. Niektóre substraty wymagają również rozdrabniania oraz higienizacji lub pasteryzacji w specjalnie do tego celu zaprojektowanych ciągach technologicznych.

Najczęściej stosowanym obecnie rozwiązaniem konstrukcyjnym komory fermentacyjnej jest żelbetowy, izolowany zbiornik wyposażony w foliowy, gazoszczelny dach samonośny. Zbiornik taki pełni rolę fermentatora jak i również „zasobnika” biogazu. Zawartość zbiornika jest ogrzewana systemem rur grzewczych przy wykorzystywaniu ciepła procesowego, powstałego przy chłodzeniu kogeneratora. Urządzenia mieszające zainstalowane w komorze spełniają bardzo ważną rolę. Mieszanie powoduje

równomierny rozkład substratów i temperatury w zbiorniku oraz ułatwia uwalnianie się metanu.

Pozostałość pofermentacyjna jest wysokowartościowym nawozem gromadzonym w zbiorniku magazynowym, którego objętość jest tak dobrana aby wystarczyła na przechowywanie substratu na czas zakazu jego rozrzucania na polu (okres zimowy).

W budynku gospodarczym umieszczone są trzy bardzo istotne elementy biogazowni takie jak pompownia obsługująca transport substratów oraz pozostałości pofermentacyjnej pomiędzy poszczególnymi zbiornikami, sterownia wraz z pomieszczeniem szaf sterowniczych będąca „mózgiem” całego obiektu oraz urządzenie

przetwarzające energię biogazu na energię cieplną i/lub elektryczną czyli na przykład kogenerator wytwarzający w sposób skojarzony prąd elektryczny i ciepło.

Coraz częściej elementem integralnym wielu biogazowni stają się systemy (obiekty i instalacje budowane celowo) pozwalające na wykorzystania energii cieplnej i uzyskanie z tego tytułu dodatkowych dochodów: suszarnie zboża, trocin, drewna, sieci ciepłne zasilające pobliskie budynki, chłodziarki absorpcyjne wytwarzające zimno z ciepła itd.

Na ilustracji 1 widoczna jest biogazownia rolnicza przetwarzająca na biogaz głównie kisonkę kukurydzy, odpady zbożowe oraz gnojowicę.



Ilustracja 1 Biogazownia rolnicza firmy EnerCess GmbH

W jakich warunkach powstaje biogaz?

Jak można je utrzymywać i kontrolować?

Biogaz na biogazowni rolniczej powstaje w zamkniętej komorze (bez dostępu powietrza oraz światła) w procesie fermentacji metanowej w przedziałach temperatur od 35 – 40°C (fermentacja mezofilowa – większość obecnych biogazowni rolniczych pracuje w tym przedziale temperatur) oraz od 45 – 55 °C (fermentacja termofitowa). Aby utrzymać substrat w możliwej do pompowania fazie

płynnej, zawartość suchej pozostałości w komorach fermentacji nie powinna przekraczać 12 – 15 %. Bardzo istotną wielkością mierzoną w komorze fermentacji jest odczyn pH. Jego wartość w przypadku stabilnej fermentacji powinna wynosić od 7 do 7,7. Niestabilność procesu spowodowana na przykład dozowaniem zbyt dużej ilości łatwo rozkładalnej materii organicznej może spowodować nagły spadek wartości pH a w konsekwencji nawet unicestwienie większości organizmów odpowiadają-

jących za fermentację metanową, a co za tym idzie długą przerwę w pracy biogazowni. Oczywiście pH obok np: składu biogazu, czy zawartości suchej pozostałości i azotu amonowego jest jedną z wielu wielkości jakie należy obserwować i analizować. Z tego powodu na nowoczesnych biogazowniach rolniczych wykorzystujących 100% mocy wytwórczych ogromną rolę dla stabilności procesu fermentacji metanowej odgrywa zastosowanie aparatury kontrolno-pomiarowej oraz automatyki i sterowania pozwalającej na kontrolowanie jej pracy także zdalnie, np. poprzez złącza internetowe.

Co przemawia za wytwarzaniem energii odnawialnej na biogazowni rolniczej?

Biogazownie rolnicze produkują energię w sposób wysoce efektywny. Skojarzona produkcja energii cieplnej oraz elektrycznej pozwala na osiągnięcie sprawności przetworzenia energii zawartej w biogazie nawet do około 87 %, z czego ca. 37 % stanowi energia elektryczna natomiast ca. 50 % energia cieplna, które praktycznie bez strat mogą być wykorzystane w obszarze danej lokalizacji. Dla porównania energia elektryczna z dużych elektrowni kondensacyjnych docierająca do odbiorcy stanowi 36 % energii pierwotnej zawartej w paliwie, natomiast łączna energia (ciepło i prąd) dostarczana do odbiorcy z dużych elektrociepłowni to około 80% energii pierwotnej (przy relatywnie niskiej sprawności - około 29 % dla produkcji energii elektrycznej). W przyszłości będzie również powszechnie możliwe wprowadzanie uzdatnianego biogazu do sieci gazu ziemnego oraz jego przesył na większe odległości. Obecnie trwają prace badawcze na pierwszych tego typu instalacjach w skali 1:1 w Niemczech, Austrii i w Szwecji.

W porównaniu do innych źródeł energii odnawialnej jej produkcja z biomasy przetwarzanej w procesie fermentacji metanowej pozwala na jej ciągłą oraz sterowalną produkcję, co oznacza oszczędności przy eksploatacji sieci oraz możliwość wytwarzania energii w momencie zapotrzebowania.

Biogazownie rolnicze produkują wysoko-wartościowy nawóz zawierający pierwiastki biogenne w formie łatwiej przyswajalnej dla roślin oraz o zredukowanych w porównaniu do nawozów naturalnych emisjach zapachu i wyeliminowaniu niektórych szkodliwych dla roślin właściwości (np: wypalanie roślin przez gnojowicę).

Biogazownie to obiekty o stosunkowo małej mocy (od 100 do 2000 kW_{el.}), idealnie nadające się do efektywnego, zdecentralizowanego zaopatrzenia w energię, na przykład obszarów wiejskich, charakteryzującego się niskimi stratami na przesył, brakiem konieczności szeroko zakrojonej rozbudowy istniejących sieci oraz możliwością wykorzystania powstałego ciepła na miejscu.

Biogazownie rolnicze to również nowe miejsca pracy dla lokalnej społeczności przy produkcji substratów, budowie i obsłudze, oraz nowe firmy dostarczające przychodów do budżetu lokalnych władz.

Potencjał produkcji energii z biogazu według niemieckiej Agencji Surowców Odnawialnych (Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) w krajach Unii Europejskiej wynosi 469 bilionów m³ metanu rocznie co stanowi około ¼ rosyjskiej produkcji gazu ziemnego². W Niemczech działa obecnie prawie 4000 biogazowni dostarczając 1,1 GW_{el.} mocy. W Polsce tak naprawdę obecnie jedna.

Kto może być bezpośrednio zainteresowany inwestycją budowy biogazowni rolniczej?

Biogazownie z uwagi na rodzaj pozyskiwanych substratów oraz specyfikę ich działania idealnie wpisują się w wiejski krajobraz. Stąd na zachodzie przyjęła się również nazwa biogazownie rolnicze, pomimo tego, że przerabiane są na nich nie tylko substraty pochodzące z gospodarstwa rolnego. Korzyści finansowe wynikające ze sprzedaży energii odnawialnej, gwarancja jej stałej ceny oraz ciągle wzrastający na nią popyt, przyciągają wielu

² Dane szacunkowe Fachagentur für Nachwachsende Stoffe (Niemcy) z roku 2005

potencjalnych inwestorów (w tym w większości rolników). Budową biogazowni zainteresowane są również zakłady, szczególnie przemysłu spożywczego, mające problem z utylizacją zwłaszcza uwodnionych odpadów poprodukcyjnych o dużej zawartości substancji organicznych (np: mleczarnie, piekarnie, gorzelnie, zakłady piwowarskie, producenci przetworów owocowych, zakłady ziemniaczane, zakłady przetwórstwa mięsnego) jak i również lokalne władze (powiat, gmina) chcące rozwiązać problem z utylizacją odpadów lub zaopatrzeniem w energię.

Jakie mechanizmy wspierają rozwój energetyki odnawialnej w Polsce?

Rozwój energii odnawialnej jest wspierany poprzez odpowiednie akty prawne często narzucające również cenę jej odbioru. W Polsce aktem prawnym regulującym obrót energią odnawialną jest ustawa Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348) z późniejszymi zmianami. Dokument ten gwarantuje odbiór energii wytworzonej z odnawialnych źródeł oraz wyznacza zasady jej obrotu. Według ustawy producent „zielonej energii” po uzyskaniu odpowiedniej koncesji może sprzedawać prawa majątkowe do świadectw pochodzenia (czyli tak zwane zielone i czerwone certyfikaty) na Towarowej Giełdzie Energii S.A. Do nabycia prawa do tych certyfikatów zobowiązane są przedsiębiorstwa energetyczne wytwarzające energię w sposób konwencjonalny. Względna ilość energii, którą zobowiązane jest nabyć przedsiębiorstwo energetyczne określona jest w Rozporządzeniach Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005³ oraz z dnia 3 listopada 2006⁴. Od 01.01.2007 producenci energii cieplnej

wytwarzanej w skojarzeniu (energia cieplna i elektryczna) w małych jednostkach kogeneracyjnych mają również zgodnie z ustawą prawo do uzyskania oraz upłynnia tzw. „czerwonych certyfikatów”.

Jak jest z opłacalnością produkcji energii z biogazu?

Opłacalność produkcji energii z biogazu jest uwarunkowana przede wszystkim zyskami z jej sprzedaży, kosztami eksploatacyjnymi (głównie kosztami pozyskiwania substratów oraz napraw i remontów) jak i kosztami inwestycyjnymi.

Zyski ze sprzedaży energii na rynku są zależne od wysokości ceny energii, za którą wytwórca ją sprzedaje. Cena energii elektrycznej sprzedawanej do sieci składa się z dwóch członów. Pierwszy jej człon stanowi równowartość średniej ceny energii konwencjonalnej na rynku konkurencyjnym (w 2005 było to około 117,49 zł/MWh) ogłaszanej przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE). Drugi jej człon stanowi rynkowa cena tzw. „zielonego certyfikatu” którego wartość zależna jest od popytu na energię odnawialną oraz od wysokości kary ustalonej za nie wypełnienie obowiązku zakupu energii odnawialnej przez przedsiębiorstwo wytwarzające energię w sposób konwencjonalny. Popyt na taki rodzaj energii w sposób kontrolowany⁵ z roku na rok rośnie. Warunki te pozwalają sądzić, że w najbliższej przyszłości realna cena za 1 MWh energii elektrycznej osiągnie stabilny poziom 350 zł. Wspomniane „czerwone certyfikaty” wprowadzone w celu obrotu energią cieplną wytworzonej w skojarzeniu z energią elektryczną nie pojawiły się jeszcze w obrocie Towarowej Giełdy Energii S.A., dlatego ich wartość na dzień dzisiejszy nie jest znana⁶.

³ Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii

⁴ Rozporządzenie obowiązku zakupu z dnia 3 listopada 2006 – wymagany udział energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii w sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom końcowym został podniesiony do 5,1 %

w 2007 r., 7 % w 2008 r., 8,7 % w 2009 r. i 10,4 % w latach 2010 – 2014.

⁵ regulacja udziałów energii w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 3 Listopada

⁶ według wstępnych danych szacunkowych 1 MWh energii cieplnej wytworzonej w skojarzeniu z energią elektryczną będzie kosztował około 90 zł

Polska, z punktu widzenia pozyskiwania substratów jest wymarzonym rynkiem dla produkcji energii z biogazu. Biomase a szczególnie odpady organiczne można obecnie pozyskać za darmo a często nawet istniałaby możliwość zarabiania na ich utylizacji. Substraty tego typu, z uwagi również na ich często duży potencjał energetyczny, są bardzo korzystne dla produkcji energii z biogazu. Nie są one jednak dostępne dla wszystkich możliwych lokalizacji oraz przez cały rok (np: melasa, wyłoki owoców i warzyw powstają tylko w okresie kampanii produkcyjnej).

Podstawową zaletą stosowania roślinnych surowców odnawialnych jest ich dostępność przez cały rok dla większości lokalizacji po stosunkowo stałych kosztach produkcji (mowa tu o produkcji na potrzeby własne). Przykładowo koszt produkcji 1 t kiszonki kukurydzy waha się obecnie na poziomie 45 do 55 zł. Od tego roku startuje w Polsce program dopłat z Unii Europejskiej do hodowli roślin energetycznych. Rolnicy mogą się zatem starać się o sumę 45 € do 1 ha uprawy np. kukurydzy przeznaczonej do produkcji energii z biogazu. Dopłaty przyczynią się do obniżenia kosztów produkcji np: kiszonki kukurydzy o około 4 - 5 zł/t.

Zasadniczą rolę dla opłacalności inwestycji odgrywa również wielkość planowanego obiektu. Z jednej strony im większa moc biogazowni tym bardziej efektywne wykorzystanie zainstalowanej na niej drogiej techniki maszynowej, a z drugiej tym niższe jednostkowe koszty inwestycyjne. Większa biogazownia to również jednak konieczność dostarczania substratów z większej odległości, a więc wyższe koszty transportu. Do analizy opłacalności inwestycji należy zatem podejść indywidualnie, ponieważ każda lokalizacja jest specyficzna. Ogólnie jednak przyjmuje się, że wielkość najbardziej opłacalnych biogazowni przypada w przedziale od 500 kW_{el.} do 2 MW_{el.}