

Biogazownie rolnicze

W wyniku produkcji rolniczej, a szczególnie chowu zwierząt gospodarskich oraz przerobu produktów spożywczych, pozostaje bardzo dużo mokrych odpadów organicznych. Odpady te zawierają duże ilości nieprzetworzonych składników organicznych, takich jak np. węglowodany, białka i tłuszcze, które mogą stanowić obfite źródło energii. Znajdują się w nich również składniki mineralne potrzebne w produkcji roślinnej i, niestety, również bakterie chorobotwórcze. Aby te odpady mogły być wykorzystane jako nawóz, składniki organiczne muszą wcześniej ulec biodegradacji. Najprostszym sposobem doprowadzenia do ich rozkładu i higienizacji jest kompostowanie. Wykonują je bakterie tlenowe, a efektem ich „produkcji” jest nawóz organiczny. Niestety podczas kompostowania biomasy powstaje trudna do zagospodarowania energia cieplna i gazy cieplarniane, głównie dwutlenek węgla. Tracona jest w tym procesie możliwość pozyskania użytecznej energii, szczególnie energii elektrycznej.

Innym sposobem utylizacji biomasy odpadowej, szczególnie biomasy mokrej, jest odcięcie jej dostępu do powietrza i poddanie działaniu bakterii beztlenowych. Proces ten przeprowadzany jest w biogazowniach rolniczych i umożliwia, poza przerobem i rozkładem węglowodanów, białek i tłuszczów, wytworzenie wartości dodanej – biogazu jako źródła energii odnawialnej.

Biogaz rolniczy, w zależności od zastosowanych substratów i warunków procesu, składa się z: metanu (40–75%), wodoru (<1%) i tlenu węgla (0–2%) jako gazów energetycznych. Ponadto zawiera parę wodną (2–7%) oraz obojętny energetycznie dwutlenek węgla (25–50%), azot (<2%) i tlen (<2%). Niestety, może zawierać również siarkowodór (20–20 000 ppm) i podtlenek azotu (<1000 ppm). Siarkowodór jest silnie trującym gazem, a w trakcie spalania może generować szkodliwy dla środowiska i urządzeń technicznych kwas siarkowy. Powinien więc być z biogazu usuwany. Aby

podnieść wartość energetyczną biogazu, należałoby również wyeliminować z niego parę wodną, dwutlenek węgla i azot. Biogazownie w zasadzie są wyposażone w urządzenia do eliminacji tych niekorzystnych składników biogazu.

Biogaz produkowany w instalacjach rolniczych może być wykorzystany do produkcji energii cieplnej (spalany w kotłach grzewczych) oraz do produkcji energii cieplnej i elektrycznej w jednostkach kogeneracyjnych, tj. w silnikach spalinowych napędzających generatory prądu. Można też, oczyszczając biogaz, przeznaczyć go do produkcji metanu wtłaczanego następnie do instalacji gazowych.

Technologie produkcji biogazu rolniczego

Proces fermentacji beztlenowej składników organicznych, w którym produkowany jest biogaz, zachodzi w czterech fazach: hydrolitycznej, kwasowej, octowej i metanowej, wynikających z rodzaju działających bakterii i warunków procesu.

W pierwszej fazie bakterie hydrolityczne, za pomocą enzymów, trawią substrat w toku reakcji biochemicznych i przekształcają jego składniki w proste związki organiczne, takie jak aminokwasy, kwasy tłuszczowe, gliceryna oraz cukry. Faza kwasowa jest wynikiem pracy bakterii kwasowych, które przerabiają aminokwasy, kwasy tłuszczowe i cukry na kwasy organiczne rozpoczynając produkcję pierwszych gazów: wodoru i dwutlenku węgla. Podczas trzeciej fazy, octowej, bakterie octowe przekształcają produkty fazy drugiej w prekursory biogazu, tj. kwas octowy oraz wodór i dwutlenek węgla. W ostatniej fazie, metanowej,



● Przepompownia i uzdatnianie biogazu



● Zbiornik fermentacyjny w biogazowni w Giżach

bakterie metanogenne produkują metan i dwutlenek węgla, wykorzystując kwas octowy i wodór.

Na przebieg i wydajność procesu produkcji biogazu strategiczny wpływ ma temperatura mieszaniny fermentacyjnej, gdyż od niej zależy gatunek bakterii metanogennych oraz związana z tym szybkość i wydajność procesu. Bakterie te dzielą się na psychrofilne, które rozwijają się w temperaturze 10–25°C, śródotemperaturowe – mezofilne (pracujące w zakresie 32–38°C) oraz wysokotemperaturowe – termofilne (działające w temperaturach 52–55°C). Ze względu na niską wydajność produkcji metanu stosowanie temperatur 10–25°C i bakterii psychrofilnych w komorach fermentacyjnych jest nieopłacalne. Dlatego w naszych warunkach klimatycznych fermentatory biogazowni rolniczych muszą być ogrzewane.

Rozwój produkcji biogazu rolniczego

Pierwsze europejskie instalacje biogazowe powstawały w Danii i Niemczech w latach 70.–80. XX wieku. Były to najczęściej instalacje budowane w ramach projektów eksperymentalnych. Szybki rozwój biogazowni rolniczych nastąpił w Niemczech

i Austrii w latach 90. XX wieku, głównie dzięki wprowadzeniu systemu wsparcia, obejmującego m.in. taryfy gwarantowane i dopłaty dla producentów odnawialnych źródeł energii.

W Polsce pierwsze instalacje do produkcji biogazu rolniczego pojawiły się na początku XXI wieku, głównie jako małe projekty przy gospodarstwach, uczelniach i zakładach badawczych. Pierwsza komercyjna biogazownia rolnicza rozpoczęła pracę w 2005 r. w PawłóWKu (województwo kujawsko-pomorskie).

Opłacalność biogazowni rolniczych wiąże się przede wszystkim ze wsparciem finansowym przy ich budowie. Koszty budowy i wyposażenia są tak duże, że bez tego wsparcia przychody ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej, a nawet dodatkowo uzyskane z opłat za utylizację resztek poubojowych, przeterminowanej żywności, odpadów z produkcji spożywczej i oczyszczalni ścieków, mogą okazać się niewystarczające. Dlatego dopiero od 2010 roku w Polsce pojawiły się systemy wsparcia dla producentów biogazu, co przyczyniło się do dynamicznego rozwoju biogazownictwa na terenach wiejskich. Niestety nadal istnieje przepaść w ilości czynnych biogazowni rolniczych w Polsce w porównaniu z krajami Europy Zachodniej.

Obecnie w Polsce działa kilkaset instalacji do produkcji biogazu, głównie średniej skali, podczas gdy w Niemczech jest ich kilkanaście tysięcy. Zwroty z inwestycji zależą od cen energii, wsparcia państwowego (np. taryfy gwarantowane, dotacje, programy PROW/PS WPR/NFOŚiGW), kosztów surowców i efektywności procesu. W praktyce okres zwrotu może wynosić od 5 do 12–15 lat przy korzystnych warunkach rynkowych i wsparcia.

Instalacja firmy Eco-Progres Sp. z o.o. w Giżach

Biogazownia Eco-Progres Sp. z o.o. w Giżach koło Olecka została oddana do użytku w kwietniu 2014 roku. Jej moc elektryczna wynosi 1,063 MW. Wytwarzane ciepło wykorzystywane jest m.in. do podgrzewania fermentorów (około 20%), ogrzewania budynków, a także do suszenia drewna przeznaczonego do produkcji mebli. Wytwarzana energia elektryczna jest odsprzedawana do sieci Polskiej Grupy Energetycznej, a część zużywana jest na potrzeby własne biogazowni.

Biogazownia kosztowała ponad 22 mln zł, z czego około 8 mln zł pochodziło z UE. Wykonawcą była firma



● Zbiornik fermentacyjny w biogazowni w Giżach





- System rozdrabniająco- mieszający z automatyczną wagą do przygotowania wsadu suchej masy w biogazowni „Perkun”

Instal Białystok, a technologię dostarczyła niemiecka firma BD AGRO System. Produkcja biogazu i energii jest w pełni automatyczna. Zarządzanie procesem znajduje się pod stałym nadzorem pracowników, którzy na ekranach monitorów mogą obserwować pracę całego systemu oraz poszczególnych jego części.

Typowy proces stosowany w polskich biogazowniach rolniczych to proces mokry, w którym optymalna zawartość suchej masy w mieszaninie fermentacyjnej nie powinna przekraczać 15%. Podstawowym surowcem jest gnojowica z fermy trzody oraz gnojowica bydłowa z pobliskich gospodarstw (około 40 m³/dzień). Wartość energetyczną mieszaniny wsadowej wzmacnia kiszonka z kukurydzy pochodząca z własnego gospodarstwa (około 30 t/dzień). Na terenie biogazowni znajdują się silosy przejazdowe służące do jej przygotowywania. Ponadto dziennie dodaje się około 10 ton innych substratów, składających się z odpadowej serwatki, odpadów owocowo-warzywnych, treści pokarmowej z żołądków zwierząt oraz pomiotu kurzego.

Instalacja składa się z pięciu szczelnych zbiorników z magazynami biogazu. Dwa pierwsze zbiorniki, przedstawione od góry na rysunku, to fermentatory pierwszego stopnia fermentacji o średnicy wewnętrznej 22 metrów, które połączone są szeregowo ze zbiornikiem drugiego stopnia za pomocą rur przelewowych i linii pompowej. W czasie doładowywania substratów do zbiorników pierwszego stopnia odpowiednia ilość mieszaniny fermentacyjnej przelewa się systemem przelewowym do zbiornika drugiego stopnia, którego średnica wewnętrzna wynosi 26 metrów. Zbiorniki pierwszego i drugiego stopnia fermentacji wyposażone są w system ogrzewania mieszaniny, której temperatura mieści się w zakresie 38–40°C, co jest optymalne dla rozwoju bakterii mezofilowych. Okres retencji mieszaniny w zbiornikach pierwszego stopnia wynosi 52 dni, więc większość procesu fermentacji beztlenowej odbywa się właśnie tam. Zbiornik drugiego stopnia pełni funkcję zarówno kontynuatora fermentacji, jak i wstępnego magazynu mieszaniny pofermentacyjnej.

Następnie mieszanina jest przepompowywana do dwóch kolejnych zbiorników przeznaczonych na

poferment. Te zbiorniki magazynowe połączone są również za pomocą linii pompowej i rury przelewowej. Wszystkie zbiorniki biogazowni wyposażone są w mieszadła, które wspomagają proces fermentacji, zabezpieczają przed rozwarstwianiem i sedymentacją cieczy oraz formowaniem się warstwy spienionego kożucha na powierzchni mieszaniny fermentacyjnej.

W trakcie przechowywania pofermentu w warunkach beztlenowych również wydziela się z niego biogaz. Wszystkie zbiorniki, zarówno fermentacyjne, jak i pofermentacyjne, mają ocieplone ściany i szczelne membranowe okrywy na biogaz. Okrywy zamocowane są na szczycie ścian zbiorników i składają się z dwóch gazoszczelnych membran. Zbiornik gazowy to przestrzeń pod dolną membraną, wykonaną z polietylenu, znajdującą się bezpośrednio nad cieczą fermentacyjną. Membrana ta porusza się w górę lub w dół w zależności od zapełnienia lub opróżnienia przestrzeni biogazem. Membrana zewnętrzna pełni funkcję ochronną (dachową). Przestrzeń między membranami jest wypełniona powietrzem, utrzymywanym pod ciśnieniem około 1,5 milibara za pomocą elektrycznej dmuchawy. Zapewnia to stabilność konstrukcji i nadciśnienie w systemie biogazowym.

Surowy biogaz przed wprowadzeniem do jednostki kogeneracyjnej jest najpierw schładzany, co skutkuje osuszeniem go i wytrąceniem pary wodnej. Powstały kondensat jest wprowadzany z powrotem do instalacji biogazowni. Biogaz następnie jest oczyszczany z kurzu, zanieczyszczeń oraz siarkowodoru.

Sterowana automatycznie jednostka kogeneracyjna umieszczona jest w budynku na terenie biogazowni. Składa się z silnika gazowego o znamionowej mocy spalania 2607 kW, który produkuje energię ciepłą o mocy 1104 kW, zmagazynowaną w płynie chłodzącym silnika, oraz z napędzanego silnikiem generatora elektrycznego o mocy elektrycznej 1063 kW. Nadmiar energii cieplnej odprowadzany jest do chłodziń znajdujących się na zewnątrz budynku.

Biogazownia „Perkun” w Giżycku

Biogazownia Przedsiębiorstwa Rolnego „Perkun” Sp. z o.o. została zarejestrowana w krajowym Rejestrze Wytwórców Biogazu w 2015 roku z mocą 0,499 MW



- Uczestnicy wyjazdu studyjnego „Odnawialne źródła energii w praktyce”



● Automatyczna świeca gazowa w instalacji „Perkun”

produkowanej energii elektrycznej, czyli około dwukrotnie mniejszą niż moc biogazowni w Giżach.

Procesy technologiczne w obu biogazowniach są podobne. Podobne są również substraty stosowane do zasilania i sposób ich przygotowania. W obydwu biogazowniach znajdują się wstępne zbiorniki do zbierania gnojowicy i innych płynnych substratów, a następnie przygotowywane są one w systemach

rozdrabniająco-mieszających przed wprowadzeniem do fermentatora. Biogazownia „Perkun” posiada trzy zbiorniki na ciecz z membranowymi okrywami zbiorników biogazu. Pierwszy zbiornik to fermentator połączony systemem przelewowo-pompowym z drugim zbiornikiem do fermentacji leżakowej, a następnie ciecz jest przepompowywana do trzeciego zbiornika do magazynowania pofermentu. Biogaz spala się w jednostce kogeneracyjnej podobnej budową i działaniem do jednostki w Giżach.

W obu instalacjach, w przypadku awarii jednostki kogeneracyjnej lub nadmiaru biogazu w zbiornikach, aby nie dopuścić do rozerwania membran, biogaz musi zostać spalony. Upuszczenie go do atmosfery bez spalania mogłoby spowodować wybuch. Do tego celu służy automatycznie zapalająca się świeca gazowa. Wraz z uruchomieniem świecy następuje blokada systemu automatycznego podawania substratów do zbiornika fermentacyjnego.

Uzyskany poferment w obydwu biogazowniach, jako nawóz, jest rozlewany na polach własnych gospodarstw.

Bogusława Berner
specjalistka PODR w Lubaniu
b.berner@podr.pl



Dofinansowane przez
Unię Europejską



Artykuł powstał w ramach wyjazdu studyjnego „Odnawialne źródła energii w praktyce”.

Operacja dofinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 – Schemat II Pomocy Technicznej WPR 2023-2027 – Wsparcie operacji realizowanych w ramach KSOW+.

Operacja realizowana przez Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu.

Institucja Zarządzająca Planem Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.



**SZKOLENIA
DLA ROLNIKÓW
PS WPR
2023-2027**

**ZESKANUJ
KOD QR
TELEFONEM**



**ZNAJDŹ
SZKOLENIE
DLA SIEBIE!**



Dofinansowane przez
Unię Europejską

