BIOGAZOWNIE

Prof. dr inż. Ryszard Tytko

W roku 2013 w krajach UE produkcja energii pierwotnej (energia cieplna i elektryczna,gaz) z biogazu zwiększyła się do ok. 13,5 Mtoe, była większa o 1,4 Mtoe, niż w roku 2012 (wzrost o ok. 12%). Biogaz jest głównie spalany w turbinach i silnikach gazowych, które napędzają generatory prądu, energia z gazu odzyskana jest w postaci energii: elektrycznej, cieplnej. W roku 2013 w UE z biogazu wyprodukowano w: elektrowniach, elektrociepłowniach – 20 580,0 GWh energii elektrycznej, przez (CHP) – 32149,6 GWh w sumie 46253,0 GWh (wzrost o ok. 18% w stosunku do roku 2012). Wielkość sprzedanego ciepła z konwergencji, szacuje się na 302,4 ktoe w 2013 (wzrost o ok. 12% w stosunku do roku 2012). Innym rodzajem odzysku biogazu, jest wtłoczenie go (oczyszczony biogaz, euro) do sieci gazu ziemnego. Ten rodzaj wykorzystania, dynamicznie rozwija się w wielu krajach, np. w Szwecji, Niemczech i Holandii.[25]

Tab. 93. Produkcja energii z biogazu w Unii Europejskiej w latach 2012–2013 w ktoe[25]

Kraj	2012				2013			
	Oczyszczalnie ścieków	Składowiska odpadów	Biogaz rolniczy	Razem	Oczyszczalnie ścieków	Składowiska odpadów	Biogaz rolniczy	Razem
Anglia	269,7	15 339	b.d.	1 803,6	286,2	1 538,2	b.d.	1 824,4
Niemcy	372,1	123,7	5 925,6	6 421,4	438,0	110,7	6 319,2	6 867,9
Włochy	42,0	362,0	772,0	1 178,8	48,6	403,2	1 363,8	1 815,5
Francja	43,4	166,5	184,4	394,4	43,4	180,7	212,6	426,7
Holandia	53,1	29,9	214,5	297,5	57,8	24,6	220,3	302,8
Hiszpania	76,3	159,6	55,0	290,9	69,6	166,1	49,8	285,5
Polska	79,3	53,7	34,9	168,0	80,1	51,5	49,9	181,4
UE	1 193,9	2 769,2	8 130,6	12 093,6	1 291,9	2 796,1	9 442,8	12 530,7

Tab. 94. Ilość energii elektrycznej z biogazu w GWh[25]

Kraj	2012			2013		
	Energia elektr.	Energia elektr. z CHP	Razem	Energia elektr.	Energia elektr. z CHP	Razem
Anglia	5 249,2	625,0	5 874,2	5 265,7	665,0	5 930,7
Niemcy	5 916,0	21 322,0	27 238,0	8 800,0	20 435,0	29 235,0
Włochy	2 160,6	2 459,3	4 619,9	3 434,9	4 012,8	7 447,7
Francja	755,0	529,7	1 284,7	774,8	731,8	1 506,6
Holandia	68,0	940,0	1 008,0	60,0	906,0	966,0
Hiszpania	765,0	101,0	866,0	800,0	108,0	908,0
Polska	0,0	565,4	565,4	0,0	689,7	689,7
UE	16 276,5	30 114,6	46 391,1	20 580,0	32 149,6	52 729,6

Do dnia 30.09.2015 r. zgodnie z danymi URE[293], 267 instalacji zasilanych biogazem wytwarzało energię elektryczną i cieplną w układach kogeneracyjnych. Zainstalowana moc elektryczna wynosiła: na 112 wysypiskach – 70,256 MW, w 103 oczyszczalniach ścieków – 62,934 MW, w 56 biogazowniach rolniczych – 63,142 MW. Obecnie istnieje 56 biogazowni rolniczych, 8 wybudowanych przez firmę Poldanor – duńskiego producenta trzody, pozostałe to biogazownie rolników indywidualnych i spółek.
Do 30.09.2015 r. biogazownie rolnicze wykorzystały ok. 583 tys. ton substratu i wyprodukowały ok. 85 mln m3 biogazu, wytworzono w CHP 178 GWh energii elektrycznej i 193 GWh energii cieplnej.[293]
Biogaz nadający się do celów energetycznych, może powstawać w procesie fermentacji beztlenowej:
– odpadów zwierzęcych i kiszonek roślin w biogazowniach rolniczych;
– osadu ściekowego w oczyszczalniach ścieków;
– odpadów organicznych na komunalnych wysypiskach śmieci.

Fermentacja beztlenowa jest złożonym procesem biochemicznym, zachodzącym w warunkach beztlenowych. Substancje organiczne rozkładane są przez bakterie na związki proste – głównie metan i dwutlenek węgla. W czasie procesu fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej, jest zamienione w biogaz.

Biogaz składa się głównie z metanu (CH4) – 55÷70%, 32÷37% CO2,

0,2÷0,4% NO2 oraz 6 g/100 m3 H2S, przed odsiarczaniem i poniżej

0,01 g/100 m3 H2S, po wykonaniu tego zabiegu. Tempo rozkładu, zależy w głównej mierze od rodzaju i masy surowca, temperatury oraz optymalnie dobranego, czasu trwania procesu. Optymalna

temperatura fermentacji wynosi ok. 35÷40°C dla bakterii mezofilnych

i 50÷60°C dla bakterii termofilnych. Na utrzymanie takich temperatur

w komorach fermentacyjnych zużywa się od 20÷40% uzyskanego

biogazu. Zawartość metanu, zależy od składu fermentowanego materiału wsadowego. Przyjmuje się, że biogaz o zawartości 65% metanu, ma zazwyczaj wartość kaloryczną ok. 23 MJ/m3.[212]

Biogaz o dużej zawartości metanu (powyżej 40%), może być wykorzystany do celów użytkowych, głównie do celów energetycznych lub w innych procesach technologicznych.

Typowe przykłady wykorzystania obejmują:
– produkcję energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach napędzających prądnice;
– produkcję energii cieplnej w przystosowanych kotłach gazowych;
– produkcję energii elektrycznej i cieplnej w jednostkach skojarzonych (CHP);
– dostarczanie (po oczyszczeniu) gazu, do sieci gazowej;
– wykorzystanie gazu jako paliwa do silników trakcyjnych/pojazdów;
– wykorzystanie gazu w procesach technologicznych, np. w produkcji metanolu, nawozów.

Charakterystyka elementów ciągu technologicznego produkcji biogazu

Każda z instalacji do produkcji biogazu ma odmienną, indywidualną konstrukcję, dostosowaną do różnego składu, materiału wsadowego. Wybór wyposażenia procesowo-technicznego dla danej instalacji, zależy w pierwszej kolejności, od dostępnych substratów. Ilość substratów określa rozmiar wszystkich agregatów i objętości zbiorników. Jakość substratów (zawartość suchej masy, struktura, pochodzenie, itd.), określa rozplanowanie techniki procesowej.

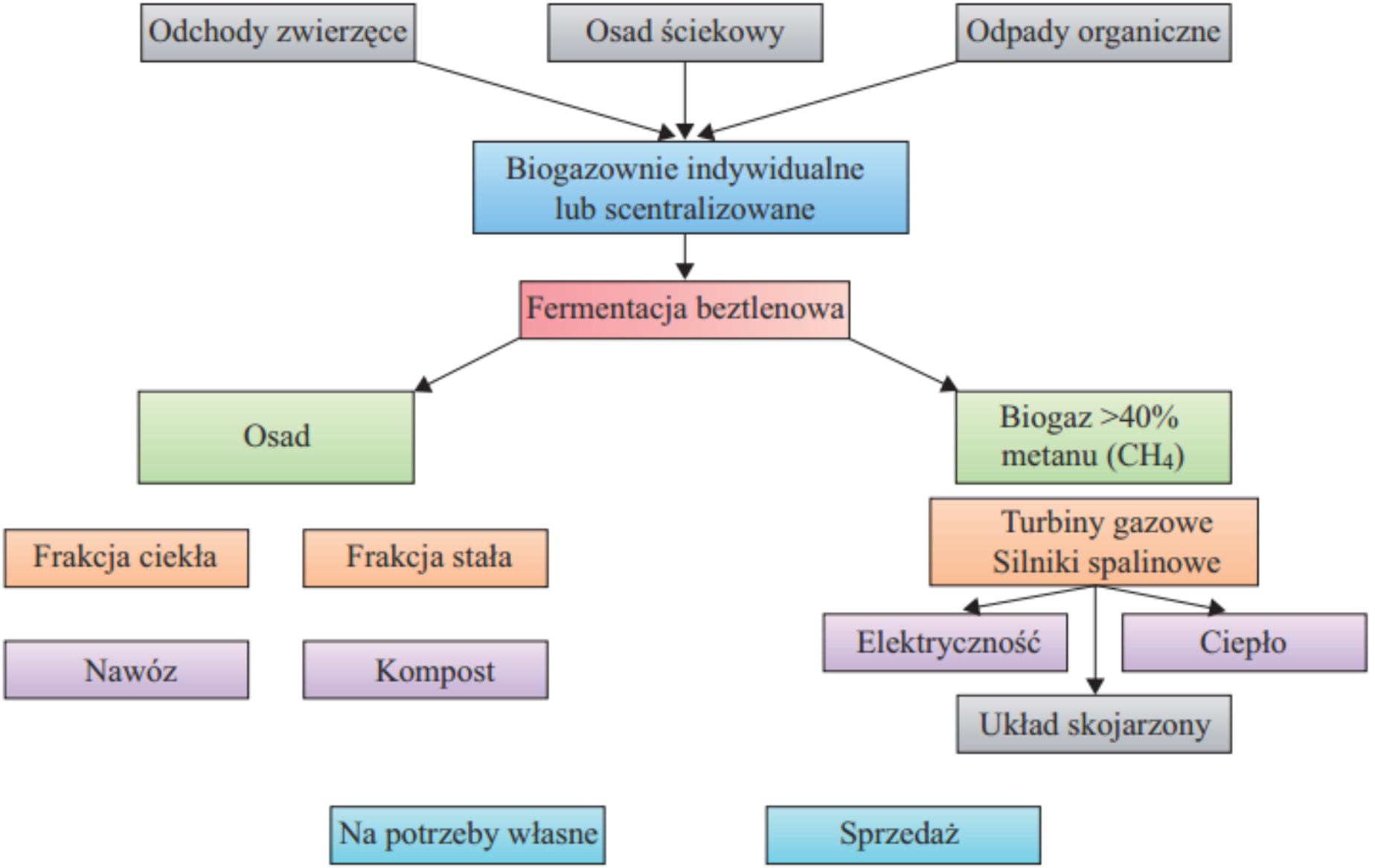
Tab. 95. Warianty stosowanych opcji technologicznych dla biogazowi rolniczych

Kryterium	Opcje technologiczne
Liczba etapów procesu technologicznego (rozdzielenie faz fermentacji: hydrolitycznej, acydofilnej, octanogennej, metanogennej)	jednoetapowy dwuetapowy wieloetapowy
Temperatura procesu technologicznego	mezofllowa 32–38°C, (85% instalacji) termofilowa 52–55°C
Tryb załadunku wsadu	nieciągły (duże znaczenie przy fermentacji suchej) quasi-ciągły ciągły
Zawartość suchej masy w substratach	fermentacja mokra do 12% (bardziej rozpowszechniona) fermentacja sucha: powyżej 12% (technologia w fazie rozwoju)

Biogazownie rolnicze

Biogaz rolniczy jako paliwo gazowe, otrzymuje się z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej. Produkcja i energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego, jest obecnie jedną z najkorzystniejszych metod pozyskiwania energii odnawialnej, ze względu na korzystne zapisy zawarte w znowelizowanej w dniu 11.09.2013 r. ustawie Prawo energetyczne.[81] Technologia ta, jak dotąd, nie znajduje jeszcze powszechnego zastosowania w Polsce. Jest ona natomiast rozpowszechniona i od wielu lat stosowana w krajach takich jak: Dania, Austria, Niemcy i Szwecja. Z doświadczeń tych państw zaczyna również korzystać Polska. Do roku 2020, według szacunku zawartego w opracowaniu „Innowacyjna energetyka – rolnictwo energetyczne", Potwierdzonego w Polityce Energetycznej Polski do 2030, w Polsce ma powstać 2500 biogazowni rolniczych.[293]

W Polsce można by uzyskać ok. 3 mld m3 biogazu o średniej wartość opałowej ok. 20 MJ/m3. Optymalną koncepcją w warunkach Polski jest budowa gminnej biogazowni o mocy ok.1 MW. Zakłada się, że na potrzeby biogazowni zostanie obsianych ok. 500 ha nieużytków, kukurydzą lub trawą. Do biogazowni dostarczony zostanie również obornik, osady ściekowe z szamb, gminnych oczyszczalni ścieków, posłużą one jako substytut. Z tego typu biogazowni można będzie rocznie otrzymać od 3 do 3,5 mln m3 biogazu. Gaz ten, po oczyszczeniu, będzie dostarczany do lokalnych instalacji gazociągowych lub spalany w układzie kogeneracyjnym (prąd, ciepło), zasilając w energię elektryczną i ciepło, dużych odbiorców energii w gminie. W ten sposób spełniony zostanie również warunek bezpieczeństwa energetycznego kraju w zakresie dywersyfikacji dostaw i rozproszenia dostawców. Ważnym zagadnieniem jest również to, że gmina pozbędzie się uciążliwych odpadów, np. pochodzących z roślin inwazyjnych, których utylizacja jest coraz droższa. Działania te wpłyną wydatnie na poprawę środowiska naturalnego. Produktem ubocznym z biogazowni jest kilkanaście tysięcy ton nawozu i kompostu rocznie, który posłuży m.in. do produkcji ekologicznej żywności. Zakłada się, że z jednej tony kiszonki kukurydzy i jednej tony osadów ściekowych tłuszczowych i gnojowicy można uzyskać ok. 500 m3 biogazu.



Rys 438. Możliwości pozyskiwania i wykorzystania biogazu[154]

Biogazownie rolnicze oparte na procesie fermentacji metanowej

Wdrażane na szeroką skalę na całym świecie, znalazły zastosowanie jako instalacje do biologicznego unieszkodliwiania odpadów organicznych, z wykorzystaniem biomasy pochodzącej m.in. z celowych plantacji roślin energetycznych. System budowy biogazowni „NaWaRo" (Nachwachsende Rohstoffe), fermentacja mokra, wykorzystuje głównie kiszonki z roślin (kukurydzy, traw, buraków, itp.), zaś inne substraty (np. gnojowica, obornik, czy odpady) wykorzystywane są w zależności od konkretnych uwarunkowań gospodarstwa. Fermentacja mokra ma miejsce wtedy, gdy zawartość masy suchej w fermentorze wynosi do 15%. Biogazownia taka, składa się m. in. z komór: fermentacyjnej i pofermentacyjnej oraz modułu kogeneracyjnego. Przefermentowana zawiesina jest naturalnym nawozem, wykorzystywanym do wzbogacania gleby w substancje pokarmowe, co pozwala zmniejszyć zużycie nawozów sztucznych w rolnictwie.

Kosubstraty, zgromadzone uprzednio w zbiornikach wstępnych (np. gnojowica) oraz kiszonki, po rozdrobnieniu i homogenizacji, stają się wsadem energetycznym dla biogazowni, a nośnikiem energetycznym jest biometan, wytwarzany w procesie fermentacji mezofilnej (w temp. 37°C), przeprowadzanej w komorze fermentacyjnej. Wstępnym etapem produkcji biometanu jest hydroliza (białka → aminokwasy → wielocukry → cukry proste → tłuszcze → alkohole wielowodorotlenowe i kwasy tłuszczowe), umożliwiająca proces zakwaszania, podczas którego dominujące, fakultatywne bakterie acidogenne, przetwarzają rozpuszczone w wodzie substancje chemiczne, w tym produkty hydrolizy, do krótkołańcuchowych kwasów organicznych, głównie (w 76%) do lotnych kwasów tłuszczowych (mrówkowy, octowy, propionowy, masłowy, walerianowy, kapronowy), do alkoholi (metanol, etanol), aldehydów i produktów gazowych CO_2 i H_2.

Kolejnym etapem produkcji biogazu jest faza acetogenna (octanogeneza): przetwarzanie etanolu oraz lotnych kwasów tłuszczowych do octanów oraz CO_2 i H_2 przez bakterie acetogenne. Następna jest faza metanogenna: produkcja metanu, przez bakterie metanowe (autotroficzne i heterotroficzne) z kwasu octowego (prawie 70%), H_2 i CO_2 oraz mrówczanu, metanolu, metyloaminy lub siarczku dwumetylowego. W komorze fermentacyjnej muszą być utrzymane właściwe warunki biologiczne (odczyn pH musi posiadać wartość ok. 7) zapewniające, że biogaz produkowany będzie efektywnie. Parametry te wynikają z proporcji i stężeń kiszonek oraz gnojowicy. Są one dobierane na podstawie analizy fizykochemicznej oraz wstępnej symulacji procesu w warunkach laboratoryjnych. Odpowiednia konfiguracja instalacji zapewnia optymalizację procesu, nawet przy zmianach proporcji udziałowych kosubstratów lub zmianach w ich rodzaju. Udział kiszonek zależy od stężenia suchej masy (do 15%) w komorze fermentacyjnej.

W biogazowni mogą występować zahamowania produkcji biogazu. Mogą one być związane z problemami technicznymi instalacji. Przyczyną opóźnień w przebiegu procesu mogą być również inhibitory: antybiotyki, środki dezynfekujące, rozpuszczalniki, środki chwastobójcze, sole, metale ciężkie, amoniak. Proces fermentacji może także ulec zakłóceniom, które są najczęściej związane: ze zmianą temperatury, tworzeniem się amoniaku, siarkowodoru, błędami w podawaniu kosubstratów, zniszczeniem flory bakteryjnej. Aby uzyskać wysoki stopień produkcji biogazu, należy zapewnić dobry kontakt bakterii i substratu, który można uzyskać poprzez regularne mieszanie w zbiorniku fermentowanego substratu. Utrzymanie właściwego stężenia wsadu w przestrzeni fermentora zapewniają mieszadła mechaniczne. Przy prawidłowej pracy biogazowni na 1 kg świeżej masy przypada ok. 0,5 m^3 biogazu o zawartości metanu ok. 57%.[46]

Większość biogazowni pracuje na zasadzie przepływu. Ze zbiornika magazynującego świeży substrat, jest przepompowywany kilka razy dziennie, do komory fermentacyjnej. Taka sama ilość przefermentowanej masy jest wygarniana z komory fermentacyjnej, do zbiornika odpadów pofermentacyjnych.

W biogazowni można wydzielić cztery etapy procesu technologicznego:

- dostawa, składowanie, uzdatnianie, transport i wprowadzanie do komory fermentacyjnej substratów;
- pozyskiwanie biogazu;
- składowanie odpadów pofermentacyjnych, ich wywózka;
- magazynowanie, uzdatnianie, spalanie biogazu, ewentualnie jego przesył rurociągiem.

Ważną rolę w biogazowni spełniają agregaty mieszające, których zadaniem jest;

- umożliwienie wydobywania się biogazu z substratu fermentacyjnego;
- równomierna dystrybucja ciepła i substancji odżywczych we wnętrzu komory fermentacyjnej;
- przemieszanie świeżego substratu z przefermentowanym;
- zapobieganie tworzeniu się i niszczenie kożuchów i złogów dennych.

Fermentacja mokra jest przeprowadzana w zamkniętych zbiornikach stojących lub leżących, wykonanych ze stali lub żelbetu, izolowanych termicznie.

Dla uzyskania temperatur procesowych (ok. 37°C), substrat jest

ogrzewany, dzięki wbudowanym we wnętrzu komory fermentacyjnej, wymiennikom ciepła, bądź instalacji grzewczej (wodnej, rurowej).
Do oceniania i sterowania procesem fermentacyjnym, każdego dnia określa się m.in.:
– rodzaj oraz ilość doprowadzanych substratów;

– temperaturę wewnątrz komory fermentacyjnej (ok. 37°C);

– wartość pH (ok. 7);
– ilość i skład biogazu;
– stan zapełnienia zbiornika.

Ze względu na ścisłe powiązanie elementów technicznych systemu biogazowni, funkcja monitoringu i sterowania całą instalacją, jest realizowana centralnie. Układy sterowania obejmują m.in.

– ładowanie substratu;
– ogrzewanie komory fermentacyjnej;
– agregaty mieszające;
– usuwanie odpadów pofermentacyjnych;
– transport substratu;
– oddzielanie frakcji płynnej od stałej;
– odsiarczanie biogazu;
– analizę pracy bloku CHP;
– analizę składu chemicznego biogazu.

Przefermentowany substrat, przepompowany jest z komory fermentacyjnej, do zbiornika odpadów pofermentacyjnych. Tam jest on składowany i wychładzany (zachodzi proces wygaszania fermentacji i odgazowywania osadu), do czasu wywózki, co w zależności od pory roku, może potrwać nawet pół roku. Osad ten wykorzystywany jest jako naturalny nawóz rolniczy.

Biogaz jest wytwarzany w nierównomiernych ilościach, zaś musi być więc tymczasowo magazynowany w zbiornikach. Zbiorniki magazynowe muszą być gazoszczelne, odporne na ciśnienie, temperaturę, promieniowanie słoneczne oraz warunki pogodowe.

Końcowym procesem produkcji biogazu jest jego oczyszczanie m.in. z wody, CO_2, H_2S.
Wyprodukowany biometan, po usunięciu zanieczyszczeń, jest kierowany do modułu kogeneracyjnego (CHP), czyli silnika gazowego, w którym energia chemiczna biogazu (ok. 6 kWh/m3) ulega konwersji na energię elektryczną oraz cieplną.
Część tej energii jest przeznaczana na pokrycie potrzeb własnych (ok. 10% energii elektrycznej, ok. 25% energii cieplnej), pozostała zostaje sprzedana odbiorcom zewnętrznym.

Jeżeli instalacja kogeneracyjna nie pracuje, co najczęściej spowodowane jest pracami konserwacyjnymi, urządzeniem spalającym biogaz jest pochodnia gazowa. Biogazownia wyposażona jest w urządzenia i podzespoły, zapewniające bezpieczną eksploatację (system detekcji gazu, niezależne systemy zabezpieczeń poziomów i ciśnień), zdalny monitoring (automatyka sterująca i kontrolująca).[310]

Przy budowie i eksploatacji biogazowni wymaga się przestrzegania przepisów bezpieczeństwa, ze względu na to, że w połączeniu z tlenem biogaz staje się wybuchowy. Istnieje również niebezpieczeństwo uduszenia, zatrucia, wybuchu lub pożaru.

Projekt wstępny budowy biogazowni powinien obejmować:
– analizę mikroekonomiczną, dotyczącą możliwości sprzedaży wyprodukowanej energii elektrycznej, ciepła, gazu, miejscowym odbiorcom;
– sprawdzenie w miejscowym planie zagospodarowania gminy, możliwości zrealizowania inwestycji;
– ocenę stanu prawnego działki pod przyszłą inwestycję, jej uzbrojenie w infrastrukturę;
– analizę położenia biogazowni pod kątem oddziaływania na środowisko;
– analizę dostępności w sposób ciągły substratów (np. gnojowicy, kiszonki z kukurydzy);
– ocenę projektu technicznego instalacji;
– koszt inwestycji, formy dotacji, sposoby kredytowania;
– biznesplan;
– ocenę możliwości uzyskania pozwolenia na budowę;
– wstępny wybór dostawcy urządzeń;
– możliwość włączenia mediów z instalacji biogazowni, do sieci: elektrycznej średniego napięcia, gazowej, ciepłowniczej.

Budowa odpowiednich instalacji do utylizacji gnojowicy, może przynosić następujące korzyści:
– produkcja biogazu, do celów grzewczych lub wytwarzania energii elektrycznej;
– produkcja nawozu mineralno-organicznego, ze szlamu po fermentacji;
– obniżenie uciążliwości produkcji hodowlanej dla środowiska;
– rozwiązanie problemu składowania odpadów.
Do najważniejszych substratów pochodzenia rolniczego, znajdujących zastosowanie w produkcji biogazu, zaliczyć należy kiszonkę z kukurydzy. Spośród upraw celowych do produkcji biogazu najlepiej nadaje się kiszonka z kukurydzy, gdyż:
– uzyskuje się wysoką wydajność produkcji biogazu (ok. 0,52 m3/kg);
– cechuje ją niski koszt pozyskiwania;
– nie wymaga zmian w dotychczas stosowanej technologii upraw i zbioru;
– jest łatwa w magazynowaniu;
– uzyskuje się plon wynoszący ok. 45 t/ha.

Tab. 96. Porównanie wydajności i czasu fermentacji masy zielonej[175]

Materiał	Wydajność biogazu [m^3/kg]	Czas fermentacji [dni]
Słoma	0,367	78
Liście buraków	0,501	14
Łęty ziemniaczane	0,606	53
Łodygi kukurydzy	0,514	52
Koniczyna	0,445	28
Trawa	0,557	25

Tab. 97. Charakterystyka wybranych substratów, wraz z potencjałem produkcji biogazu[32]

SUROWCE ENERGETYCZNE	
	CH_4 [m^3/tonę suchej masy]
Osady poflotacyjne z rzeźni	700
Korzeń buraczany	425
Liść buraczany	450
Ziemniak	418
Gnojówka świńska	290
Kiszonka kukurydziana	390
Tłuszczowe ścieki	475
Gnojówka bydlęca	230
Gnojówka kurza	450
Słoma	450
Trawa	600
Pozostałości warzyw	300
Tłuszcz (szlam)	500
Treści żołądkowe z rzeźni	460
Łuski / łupiny z młyna	300

Systemy fermentacji beztlenowej, mogą być wykorzystywane w miejscu powstawania odpadów lub w scentralizowanych jednostkach, które zbiorą odpady z okolicznych rejonów. Praktycznym kierunkiem wykorzystania biogazu o jakości gazu ziemnego, jest tworzenie w oparciu o niego, lokalnych sieci ciepłowniczych, co zapewnia podwyższenie standardu infrastruktury wiejskiej, przy jednoczesnym
zużyciu energii w miejscu jej powstania, a więc zminimalizowaniu strat w przesyle.
Przefermentowana biomasa z biogazowni stanowi źródło pierwiastków biogennych, płynny nawóz organiczny, gotowy do rozrzucenia na polu. Odpowiednio długi czas fermentacji zapobiega skażeniu wód bakteriami. Jest to dobrej jakości, tani nawóz naturalny.

Biogazownia o mocy ok. 1 MW, z uwagi na wysoki stopień zautomatyzowania, zatrudnia ok. 7 osób. Jednak obsługa w zakresie dostarczenia materiałów wsadowych rodzi lokalnie nowe miejsca pracy.

Wybrane zagadnienia z analizy porównawczej opłacalności ekonomicznej, biogazowni rolniczej

Na opłacalność biogazowni rolniczej, ma wpływ szereg parametrów technologicznych i rynkowych, powiązanych z poszczególnymi składnikami kosztów i przychodów instalacji, które na etapie opracowywania koncepcji, powinny być tak dobrane, aby zapewnić optymalizację rentowności przedsięwzięcia, co wymaga przeprowadzenia przez inwestora dokładnej analizy popytu i podaży. Analizy ekonomiczne wskazują, że najkorzystniejszy wariant realizacji biogazowni w warunkach polskich, polega na zintegrowaniu jej w ramach gospodarstwa rolnego-hodowlanego lub zakładu przetwórstwa rolno-spożywczego i oparcie przedsięwzięcia na redukcji kosztów pozyskania energii, zakupu nawozów oraz utylizacji odpadów.

Wiele czynników, których zmiany w największym stopniu wpływają na rentowność biogazowni, może być jednak ustalone bezpośrednio przez inwestora na etapie planowania inwestycji. W kwestii zapewnienia surowców należą do nich: wieloletnia gwarancja dostaw, zakup substratów po możliwie najniższej cenie, wykorzystanie jako wsadu surowców o wysokiej produktywności biogazu, będących odpadem z innej działalności produkcyjnej, oraz minimalizacja odległości transportu materiału wsadowego do biogazowni. Do kluczowych parametrów ekonomicznych powodzenia projektu, należy też możliwość zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej na polach własnych lub gwarancja odbioru przez inne podmioty, ograniczenie do minimum odległości transportowej pulpy pofermentacyjnej. Nie mniej istotna, jest także możliwość uzyskania wsparcia z tytułu zastosowania wysokosprawnej kogeneracji, poprzez dobór agregatu kogeneracyjnego w taki sposób, aby spełniony był warunek wysokosprawnej kogeneracji. Przy konfiguracji biogazowni, należy zwrócić także szczególną uwagę na dostępność w wybranej lokalizacji odpowiedniej infrastruktury, z jak najmniejszymi odległościami do gazociągu przesyłowego, linii energetycznej, odbiorców ciepła czy sieci wodno-kanalizacyjnej.

Z analiz preferencji wyboru substratów przez inwestorów i deweloperów tych biogazowni wynika, że największym zainteresowaniem cieszą się różnego rodzaju odpady, w tym odchody zwierzęce, odpady z przemysłu rolno-spożywczego, odpady poubojowe oraz rośliny energetyczne, reprezentowane najczęściej przez kiszonkę z kukurydzy.

Właściwy dobór substratów wsadowych biogazowni ma kluczowe znaczenie dla rentowności przedsięwzięcia. Należy również ocenić wpływ nowego instrumentu wsparcia, jakim jest możliwość łączenia przychodów ze sprzedaży zielonych świadectw pochodzenia i świadectw kogeneracyjnych, których cena rynkowa kształtuje się w zależności od mocy układu kogeneracyjnego.

W opracowaniu przyjęto, że planowana biogazownia będzie pracować w najbardziej obecnie rozpowszechnionej technologii – fermentacji mokrej w warunkach mezofilowych, a czas pracy biogazowni będzie wynosił ok. 8000 godz. w ciągu roku. Zakłada się również, że inwestor posiada teren własny pod budowę biogazowni. Przygotowując analizę ekonomiczną projektu biogazowni, należy uwzględnić w nakładach inwestycyjnych wartość gruntu, nawet w przypadku, gdy jest to teren należący do inwestora. Według danych praktycznych, które wykorzystano w analizie, powierzchnia terenu pod inwestycję powinna wynosić co najmniej 1,5 ha, natomiast jeżeli do zagospodarowania masy pofermentacyjnej, inwestor planuje wykorzystanie lagun, należy w tym celu zapewnić odpowiednią dodatkową powierzchnię terenu ok. 4 ha

O opłacalności ekonomicznej biogazowni oraz o wielu zastosowanych w nich rozwiązaniach technologicznych, decyduje w dużym stopniu rodzaj i właściwości wsadu stosowanego w komorze fermentacyjnej.
Dla biogazowni rolniczej założono, że instalacja będzie wykorzystywać 30 tys. ton/rocznie gnojowicy świńskiej, pozyskiwanej bezpłatnie jako odpad z gospodarstw rolnych oraz 15 tys. ton/rocznie kiszonki kukurydzy, nabywanej po cenie rynkowej ok. 100 zł/t. Do przechowywania przefermentowanej biomasy, proponuje się wykorzystać laguny, gdyż jest rozwiązaniem znacznie tańszym, niż budowa zbiornika żelbetowego.

Tab. 98. Dane techniczne omawianej biogazowni[99]

Biogazownia rolnicza	0,86 MW_{el}
Produkcja biogazu	3,2 mln m^3/r
Dostępność urządzeń	91%
Elektryczna moc zainstalowana	0,86 MW_{el}
Cieplna moc zainstalowana	0,97 MW_c
Sprawność produkcji energii elektrycznej w kogeneracji	39%
Sprawność produkcji ciepła w kogeneracji	44%
Produkcja energii elektrycznej	6,9 GWh/r
Produkcja ciepła	28,0 TJ/r
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne	9%
Zużycie ciepła na potrzeby własne	6,6 TJ/r (24%)
Hydrauliczny czas retencji	38 dni
Objętość komór fermentacyjnych	4,7 tys. m^3
Odzysk biogazu w zbiorniku wtórnym	3,7% (laguny)
Sprzedaż energii elektrycznej	100%
Sprzedaż ciepła	20% nadwyżki ciepła
Ilość pulpy pofermentacyjnej	41,2 tys. t/r
Sposób przechowywania pulpy pofermentacyjnej	laguny
Powierzchnia lagun/objętość zbiornika	2,3 ha
Sposób zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej	zagospodarowywana na polach własnych
Wymagana powierzchnia pól do nawożenia	1,5 tys. ha

Sumaryczne nakłady inwestycyjne w biogazowni rolniczej wynoszą ok. 15,5 mln zł, co w przeliczeniu na 1 MW mocy zainstalowanej daje 18,0 mln zł/MW. Największy udział procentowy w strukturze nakładów na tę instalację, posiadają układ kogeneracyjny (17%) oraz komora fermentacyjna (16%).
W strukturze kosztów operacyjnych analizowanej biogazowni rolniczej, które bez amortyzacji wynoszą 3,9 mln zł, największy udział ma koszt zakupu i przechowywania substratów. Kiszonka jest przechowywana w rękawie, co powoduje wzrost o 20% jej całkowitego kosztu. Kolejną, znaczącą pozycją kosztów jest rozwożenie przefermentowanej pulpy na łąki. Całkowite przychody dla biogazowni rolniczej w pierwszym roku funkcjonowania wyniosą 5,1 mln zł, a okres zwrotu wynosi ok. 7 lat.

Ogólna ocena inwestycji: jest opłacalna.

Największą wrażliwość na zmianę parametrów pracy w przypadku biogazowni rolniczej wykazują: konieczność zakupu gnojowicy w sytuacji, gdy w danej lokalizacji nie byłaby dostępna bezpłatnie, przekazywanie przefermentowanej pulpy za darmo okolicznym rolnikom oraz brak wystarczającej ilości terenu pod inwestycję. Gnojowica w zależności od pochodzenia charakteryzuje się produktywnością biogazu z 1 tony substratu do 50% niższą od kiszonki kukurydzy, natomiast rynkowa cena zakupu 1 tony gnojowicy wynosi ok. 25–50 zł/t i jest obecnie średnio kilkakrotnie niższa niż cena kiszonki kukurydzy. Przy konieczności zakupu gnojowicy, która często stanowi duży udział we wsadzie, jej koszt może okazać się relatywnie wysoki dla ekonomiki całego projektu. Dlatego też, jeżeli substraty trzeba kupować, należy rozważyć zakup materiału o jak najwyższej produktywności biogazu.

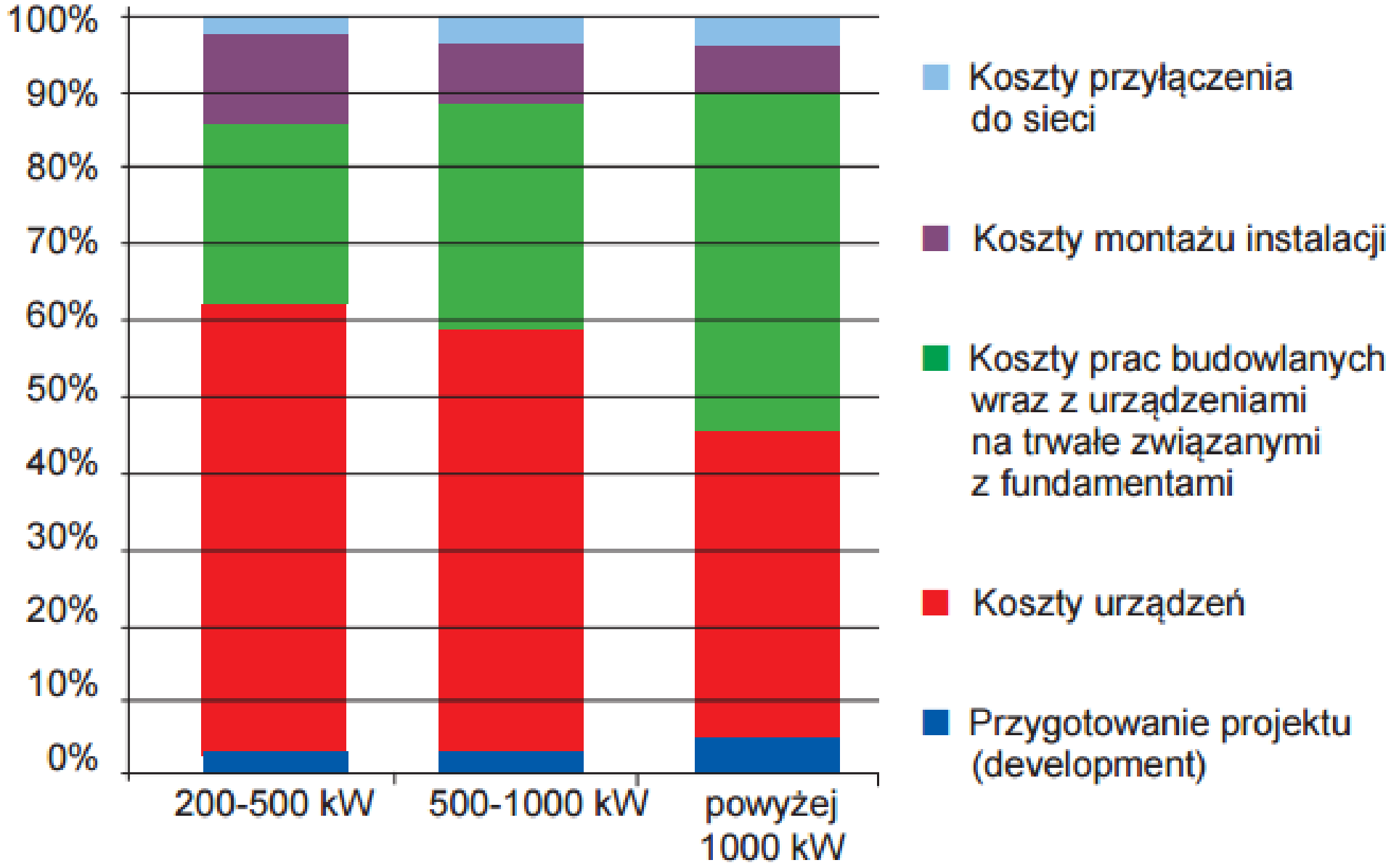
Brak wystarczającej ilości terenu pod inwestycję powoduje natomiast konieczność budowy zbiornika żelbetowego, zamiast lagun do przechowania takiej samej ilości pulpy pofermentacyjnej przez 6 miesięcy w roku, co jest rozwiązaniem o wielokrotnie wyższych jednostkowych nakładach inwestycyjnych.

Założenia, które przyjęto do obliczenia przychodów dla biogazowni (30.06.2015 r.):
– cena sprzedaży energii elektrycznej: 180,50 zł/MWh;
– cena sprzedaży ciepła 25,1 zł/GJ;
– cena „zielonego” świadectwa pochodzenia: ok. 190 zł/MWh;
– cena „fioletowego” świadectwa pochodzenia (za kogenerację o mocy > 1 MW): 56,40 zł/MWh (30.06.2015 r.).[293]

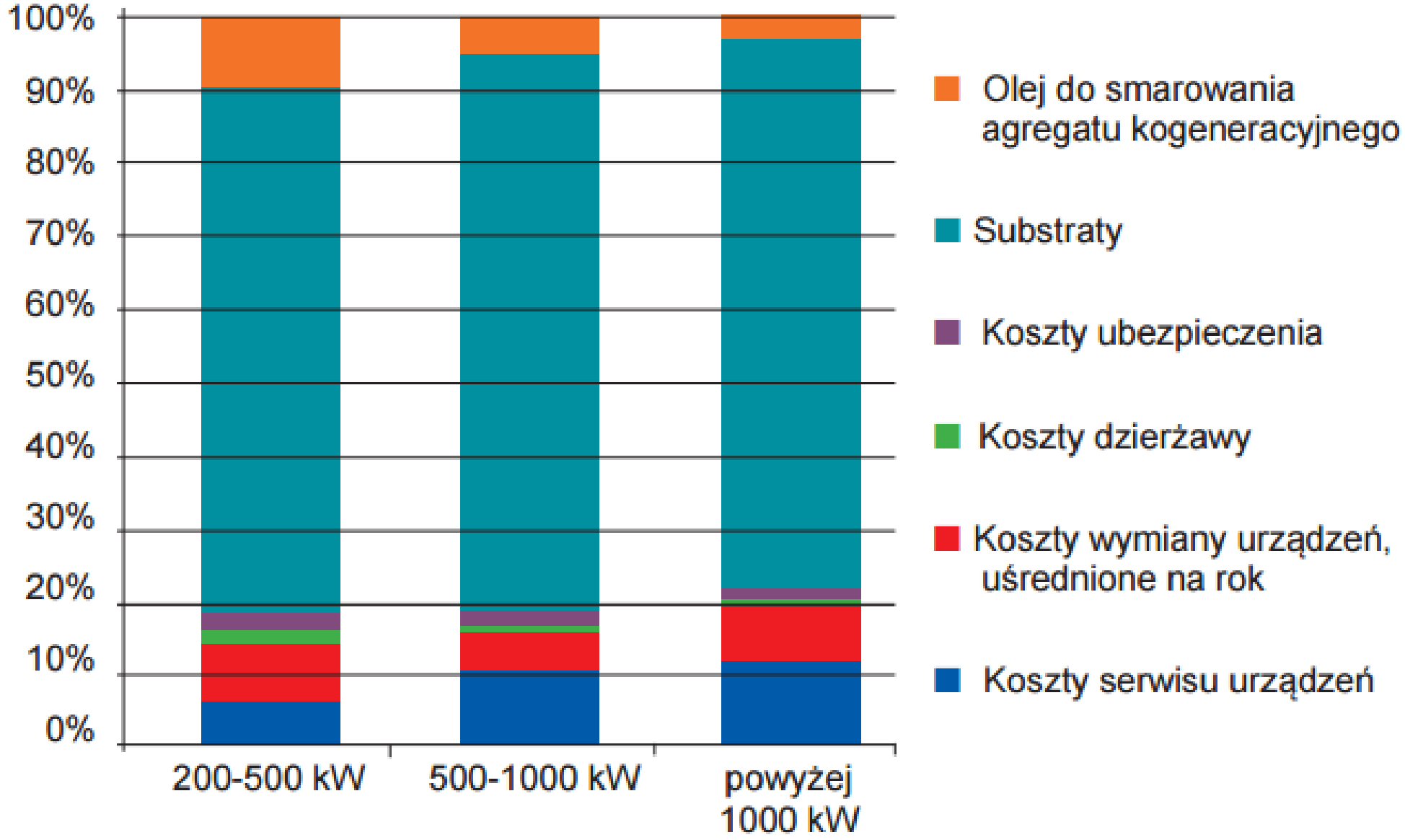
Rolnictwo polskie posiada stosunkowo duży potencjał techniczny w zakresie wsadu do biogazowni. Dostawcą gnojowicy może być m.in.: 1400 ferm bydła o liczbie zwierząt powyżej 100 sztuk, 3100 gospodarstw o liczbie świń powyżej 500 zwierząt, 3700 gospodarstw o liczbie drobiu powyżej 5000 szt. Nie powinno być również problemów z dostawą do biogazowi kiszonek i innych substratów.
Wytworzenie biogazu w biogazowi o mocy 0,86 MW w ilości 3,2 mln m3
Powoduje zmniejszenie emisji CO2 do atmosfery w ilości ok. 7,7 tys. ton rocznie.

Tab. 99. Dane przyjęte do modelu obliczeniowego dla biogazowni rolniczych[337]

Parametry instalacji	Instalacja o mocy 400 kWel i 451 kWth	Instalacja o mocy 0,899 kWel i 972 kWth	Instalacja o mocy 1750 kWel i l822 kWth
Moc elektryczna instalacji referencyjnej [MW]	0,400	0,899	1,750
Jednostkowe nakłady inwestycyjne [tys. zł/MW]	13 765	12 829	12 138
Jednostkowe koszty eksploatacyjne [tys. zł/MW/rok]	3 441	3 435	3 219
Współczynnik wykorzystania mocy [h/rok]	7000	7600	7800



Rys. 439. Założona struktura kosztów inwestycyjnych dla biogazowni rolniczych 200-500 kW, 500-1000 kW oraz powyżej 1000 kW[337]



Rys. 440. Założona struktura kosztów eksploatacyjnych dla biogazowni rolniczych 200-500 kW, 500-1000 kW oraz powyżej 1000 kW[337]

Charakterystyka pierwszej biogazowni rolniczej działającej w Polsce

Biogazownia w Pawłówku I – podstawowe informacje o firmie i jej działalności

– przedsiębiorstwo rolne jest znaczącym producentem trzody chlewnej w Europie;
– posiada użytki rolne na obszarze ponad 15000 ha (produkcja roślinna);
– ekonomiczna jak i proekologiczna strategia rozwoju przedsiębiorstwa;
– inwestycje w nowe technologie.

Powody budowy biogazowni

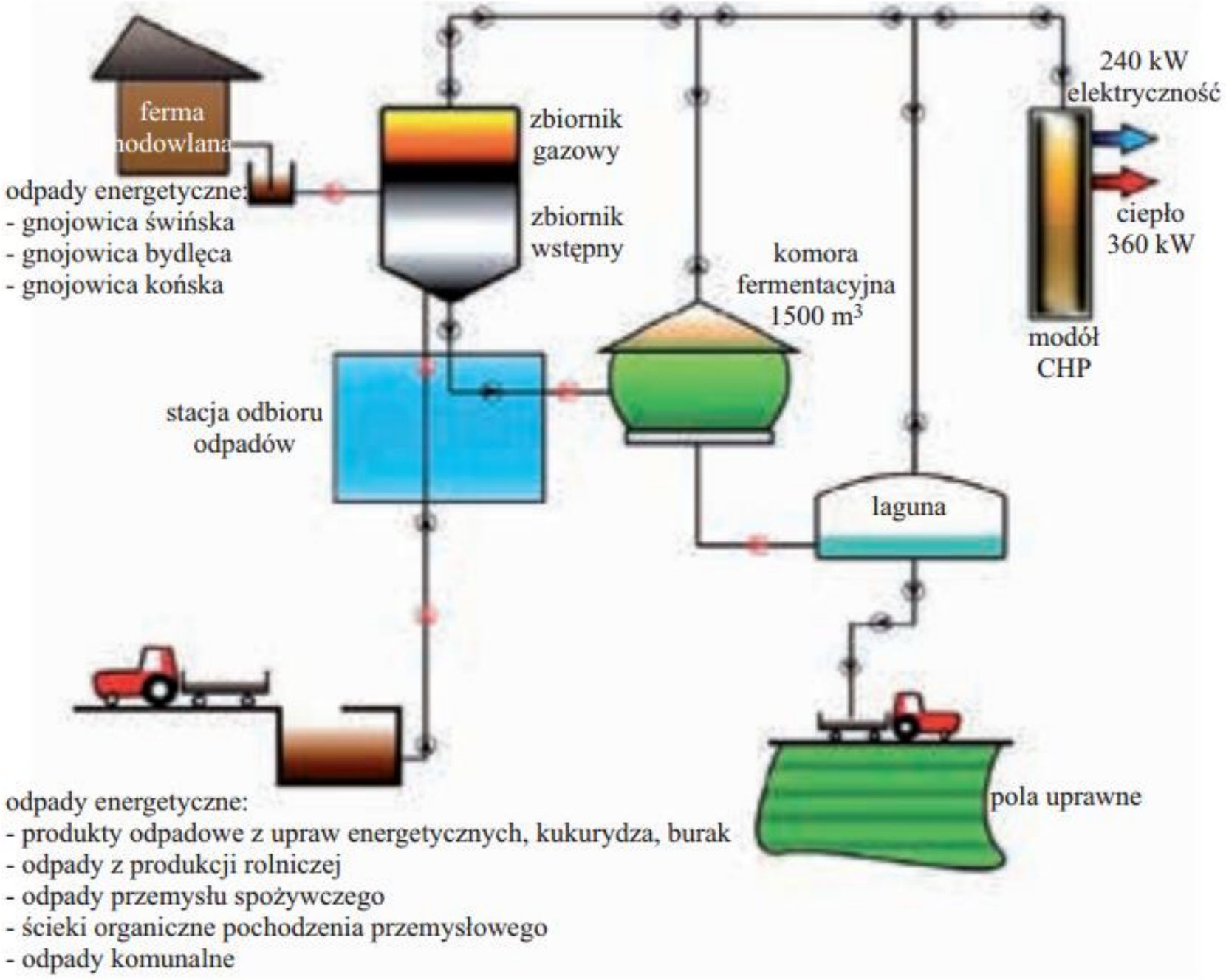
– zmniejszenie uciążliwych zapachów, towarzyszących nawożeniu pól gnojowicą;
– produkcja „zielonej energii”;
– polepszona wartość nawozowa gnojowicy

Dane techniczne biogazowni
– technologia duńska;
– surowce: 25 000 t gnojowicy świńskiej/rok z fermy w Pawłówku;
– 3500 t odpadów mięsnych/rok z firmy położonej w pobliżu Pawłówka;
– produkcja energii: 790 000 m3 biogazu/rok (65% zawartości metanu CH4);
– 1,4 GWh energii elektrycznej oraz 2,6 GWh energii cieplnej (agregat kogeneracyjny o mocy 230 kW_e, 400 kW_c);
– biogazownia działa od czerwca 2005 r.;
– koszty inwestycji: 4,3 mln zł;
– na potrzeby własne firma wykorzystuje ok. 0,5 GWh energii elektrycznej, pozostałą część sprzedaje do sieci. Biogazownia zarabia również na „zielonych” certyfikatach;
– energia cieplna w całości wykorzystana jest przez firmę.

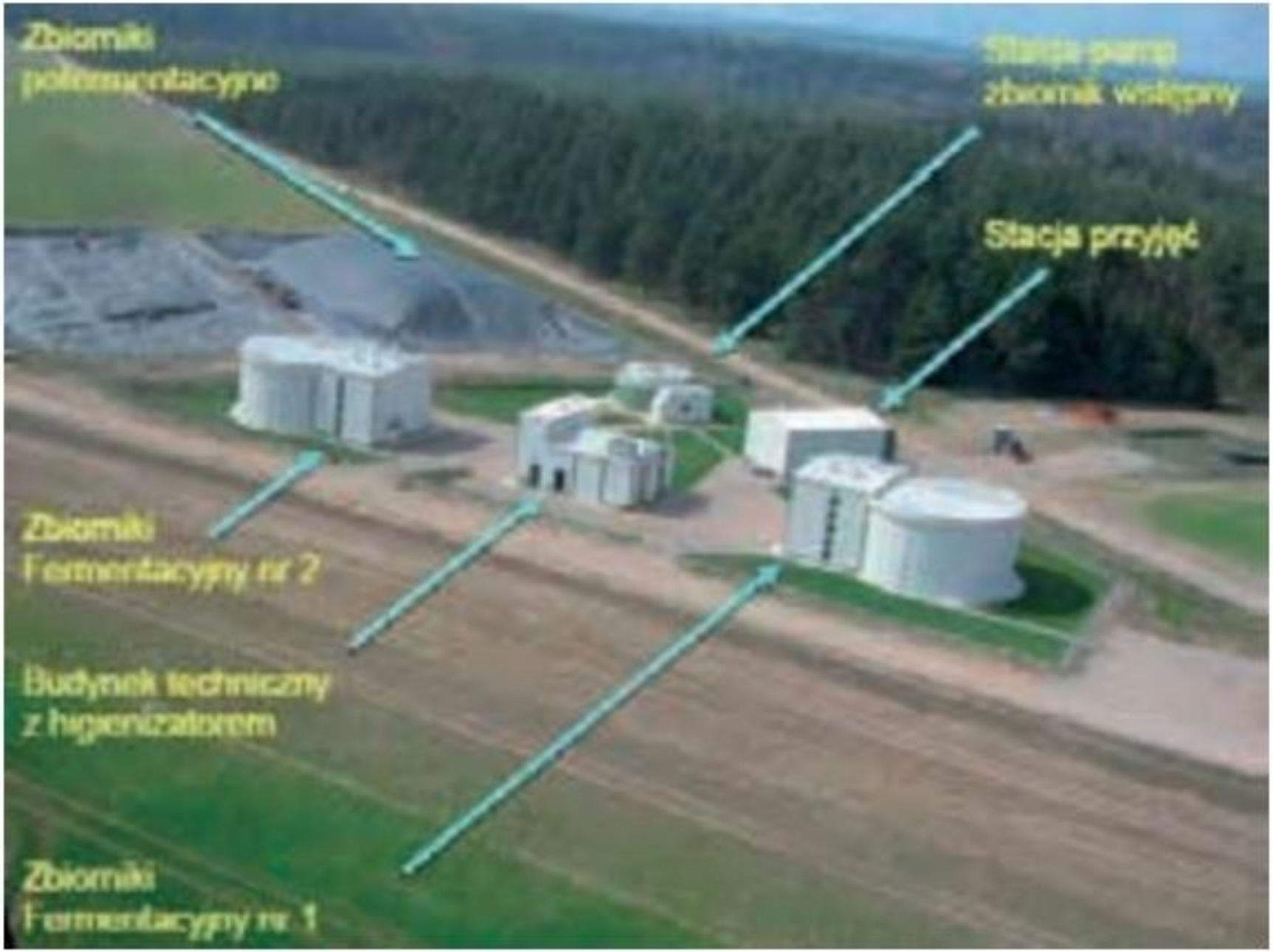
W marcu 2008 w Płaszczycy, firma Poldanor oddała do użytku kolejną biogazownię o mocy 625 kW (elektrycznej i cieplnej). W trakcie budowy przez w/w firmę, jest kolejna biogazownia w Czuchowie o mocy 330 kW.

W 2009 r. Poldanor zakończył największą inwestycję, budowę biogazowni o mocy 2 MW w Koczale. W roku 2011 cztery biogazownie posiadały moc elektryczną równą 3,675 MW.
Agrogaz Sp. z o.o., inwestująca w budowę elektrociepłowni biogazowych, zbudowała pierwszą w Polsce dużą biogazownię. Inwestycja o łącznej mocy 2,1 MW została uruchomiona w Liszkowie, w województwie Kujawsko-Pomorskim.

Jako przykład dobrych perspektyw rozwojowych biogazowi rolniczych, można podać plan działania firmy Energa Biogaz. Celem „Programu” jest uczestnictwo Grupy Energa w przedsięwzięciach, z zakresu wytwarzania energii z biogazu, o łącznej mocy elektrycznej ok. 300 MW do 2020 r. Będą to biogazownie o mocy od 250 kW do 2 MW. Planuje się powoływanie odrębnych spółek (docelowo ok. 500) z dostawcami biomasy dla każdej biogazowni.



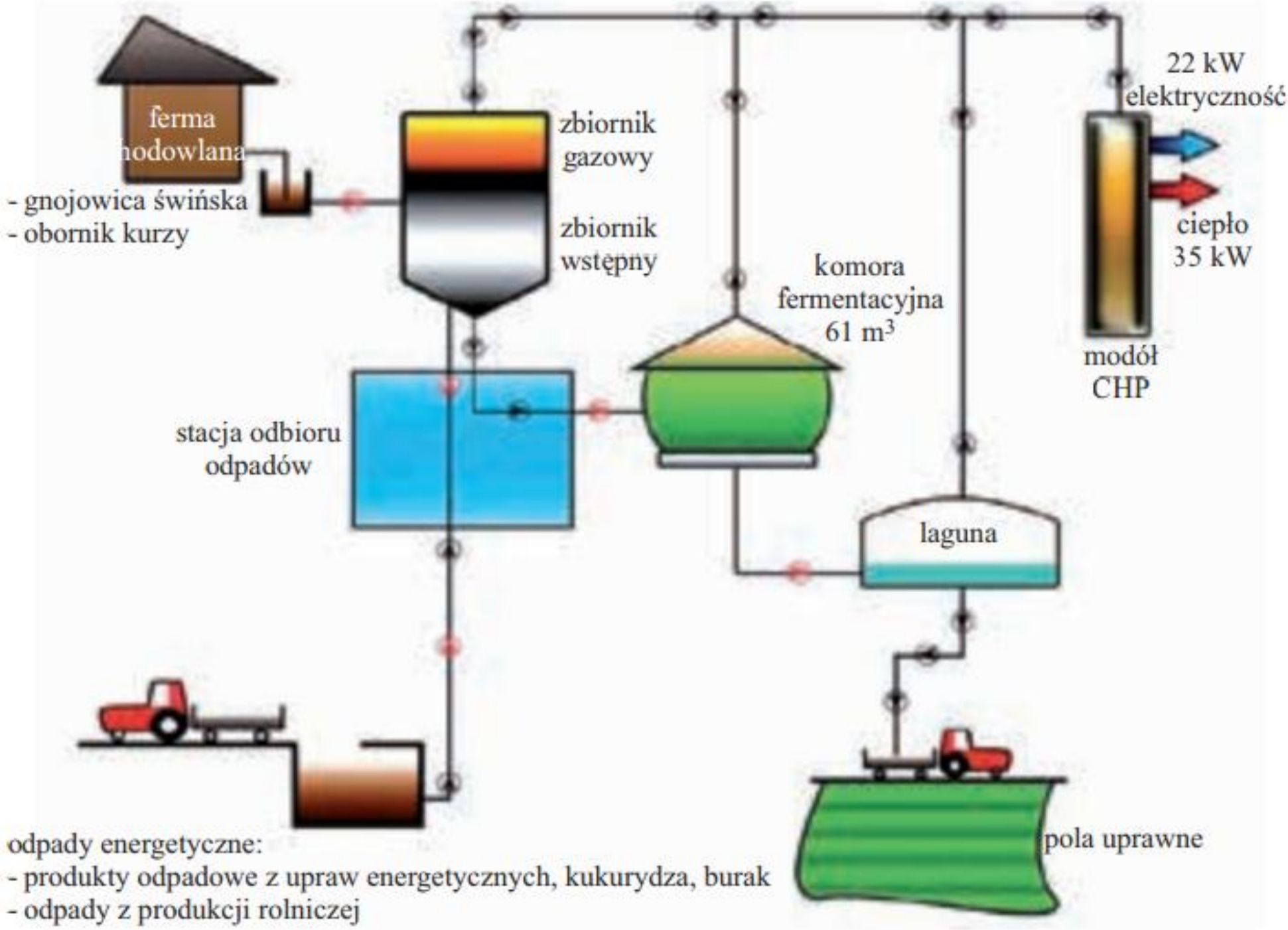
Rys. 441. Schemat biogazowni rolniczej w Pawłówku gm. Przechlewo pow. Człuchów woj. Pomorskie[259]



Rys. 442. Zdjęcie przedstawiające biogazownię w Pawłówku gm. Przechlewo pow. Człuchów woj. Pomorskie[259]

Mała biogazownia rolnicza

Ze względu na dużą ilość odpadów poprodukcyjnych w gospodarstwach rolnych, m.in. gnojowicy, liści buraczanych, obornika oraz korzystne rozwiązania prawne i finansowe, coraz więcej rolników zainteresowanych jest budową własnych lub gminnych biogazowni. Jako przykład można podać biogazownię zbudowaną przez rolnika we wsi Studzionka. Jest to jedna z pierwszych w Polsce biogazowni rolniczych, zbudowana przez właścicieli 36-hektarowego gospodarstwa rolno-hodowlanego. Wielkość hodowli to średnio 14 000 sztuk niosek oraz 250 sztuk świń.



Rys. 443. Schemat małej biogazowi rolniczej w Studziance

Struktura produkcji

Tab. 100. Areał upraw w opisanym gospodarstwie[12]

Lp.	Rodzaj produkcji	Areał (ha)
1.	Pszenica	13
2.	Żyto	3
3.	Jęczmień ozimy	3
4.	Buraki cukrowe	8
5.	Ziemniaki	5
6.	Łąki	3
7.	Nieużytki	1

Budowa biogazowni

Podstawową jednostką instalacji jest komora fermentacyjna. Jest to cysterna stalowa o średnicy ok. 2,8 m i długości ok. 10,3 m (objętości 61,0 m3), izolowana cieplnie, zajmująca powierzchnię ok. 40 m2. Zbiornik gnojowicy pofermentacyjnej, to zbiornik betonowy zbrojony, okrągły o średnicy wewnętrznej 10,0 m i wysokości 5,0 m, zagłębiony w ziemi ok. 1,5 m, zajmowana powierzchnia to ok. 95,0 m2.

Zbiornik biogazu to worek z tworzywa sztucznego (kauczuku butylowego, mieszaniny polietylenowo-propylenowej) o pojemności ok. 90,0 m3, umieszczony (zawieszony) w typowym silosie blaszanym (zbożowym) o średnicy ok. 5,0 m i wysokości ok. 6,0 m. Silos służy jako osłona, przed uszkodzeniami mechanicznymi i działaniem otwartego ognia. Zajmuje powierzchnię ok. 35,0 m2.

Przewidywane ilości wykorzystywanych surowców, materiałów, paliw, wody oraz energii

Do fermentacji wykorzystuje się średnio na dzień, następujących ilości surowców:

– odchody kurze – 1500,0 kg;
– gnojowicy świńskiej – 900,0 kg;
– obornik – 90,0 kg;
– kiszonki/zielonki – dorywczo;
– odpady zbożowe – dorywczo;
– odpady okopowe – okresowo;
– woda – 200 litrów, uzupełnienie płynów jest pobierane ze zbiornika gnojowicy przefermentowanej;
– energii elektrycznej – 7,0 do 12 kWh;
– olej do smarowania silnika gazowego.

Zielonki do zakiszania składowane są na nieodległym od instalacji polu i w razie potrzeby przywożone bezpośrednio, przed użyciem w procesie technologicznym. Odpady zbożowe wykorzystywane w biogazowni, mogą występować pod wieloma postaciami; pozostałości po omłotach rzepaku, omłotach zbóż, pogryzione przez gryzonie ziarno, zamoknięte i zapleśniałe ziarno, jak i zbędne nadwyżki pasz. Odpady okopowe to liście buraków, uszkodzone ziemniaki, pozostałości warzyw, itp

Sposób gromadzenia, transportowania i magazynowania odpadów przeznaczonych do produkcji biogazu

Gnojowica świńska spływa bezpośrednio z chlewni do nakrytego kanału zrzutowego, który w końcówce jest zakryty pokrywą, i pełni rolę zbiornika wstępnego dla instalacji biogazowni. Tam jest ona chwilowo (od kilku minut do kilku godzin) gromadzona. Odchody z kurnika, przy każdorazowym uruchomieniu taśm usuwających odchody spod kur, są zabierane i bezpośrednio przewożone na przyczepie i wrzucane do zbiornika wstępnego. Po wymieszaniu, w krótkich odstępach czasowych, są pompowanie do komory fermentacyjnej. Kiszonki i odpady z okopowych, są składowane na pryzmie polowej w odległości ok. 200 m od drogi i najbliższych zabudowań. Kiszonka z pryzmy, przywożona jest w razie potrzeby (szczególnie w czasie nasadzania kur lub innych przerw w zasilaniu w obornik z kurnika, biogazowni), codziennie i na jeden dzień zapasu. Rozładowana jest na płytę doraźnego składowania substratów stałych, bezpośrednio w sąsiedztwie komory fermentacyjnej, a z płyty zrzucana według potrzeby, do zagłębionej niszy w której znajduje się czerpak podajnika zgrzebłowego, transportującego substraty stałe do komory fermentacyjnej. Obornik po usunięciu z obory, jest bezpośrednio dostarczany pod transporter, od razu wrzucany do niszy czerpaka transportera i przemieszczony transporterem do komory fermentacyjnej. Odpady zbożowe, spożywcze czy pozostałości z karmy, są bezpośrednio (w zależności od konsystencji) wrzucane do niszy zrzutowej lub zbiornika wstępnego.

Rozwiązania chroniące środowisko

Sama instalacja i zastosowana technologia jest rozwiązaniem chroniącym środowisko, gdyż proces fermentacji od momentu wpompowania lub podania przenośnikiem substratu do komory fermentacyjnej, aż do zakończenia procesu fermentacji w zbiorniku gnojowicy pofermentacyjnej jest procesem beztlenowym. W żadnej fazie przebieg fermentacji nie ma bezpośredniej styczności z otoczeniem, gnojowica pofermentacyjna posiada obniżony poziom odorów do ok. 10%, w stosunku do odorów pierwotnych. Instalacja jest wyposażona w zamknięty obieg wody ciepłej, w chłodnicę awaryjną, odprowadzającą ciepło (wydmuch wentylatorowy). Układ gazowy wyposażony jest w zawór bezpieczeństwa.

Charakterystyka procesu technologicznego i instalacja

Komora fermentacyjna

Końcowa część, dotychczas istniejącego w obrębie chlewni, zakrytego, kolektora zrzutowego gnojowicy z chlewni, jest przystosowana do permanentnego gromadzenia gnojowicy od świń i dostarczanych odchodów z kurnika i pozostałych substratów. Końcówka ta (kolektora zrzutowego) jest nakryta podnoszoną pokrywą, pozwalającą na wrzucanie „kurzeńca" i innych substratów. Pełni rolę zbiornika wstępnego, wyposażonego w mieszadło. Bezpośrednio na zewnętrznej ścianie kolektora w zagłębieniu jest umieszczona pompa. Mieszadło zostaje uruchomione celem homogenizowania wprowadzonych substratów, bezpośrednio przed każdym pompowaniem substratów do komory fermentacyjnej. Czynności rozdrabniania, a następnie pompowania są dokonywane w okresach (10 do 15 minut), cztery do pięciu razy w ciągu dnia. Substraty w postaci stałej np. kiszonki kukurydzy, trawy i inne zielonki oraz obornik, itp. podawane są do komory fermentacyjnej, transporterem zgrzebłowym. Taki sposób zabezpiecza jednocześnie zaopatrywanie komory fermentacyjnej na wypadek niesprawności pompy zasilającej.

Komora fermentacyjna to zbiornik stalowy leżący, o objętości 61 m3, wsparty na dwóch fundamentach, izolowany. Wyposażony w kolumnę gazową do gromadzenia biogazu, zamontowaną na górnym grzbiecie komory fermentacyjnej, transporter zgrzebłowy do podawania substratów stałych, poziome mieszadło, ze zintegrowanym układem grzewczym oraz połączeniem przelewowym (syfonowym), łączącym komorę fermentacyjną ze zbiornikiem gnojowicy pofermentacyjnej. Zbiornik gnojowicy pofermentacyjnej jest to zbiornik betonowy, hermetycznie zamknięty, o pojemności ok. 392 m3, wyposażony w mieszadło, zawór bezpieczeństwa, dwa otwory wziernikowe przeszklone oraz przelew syfonowy do przelewu nadmiaru przefermentowanej i odgazowanej gnojowicy do istniejącego już zbiornika, przechowującego gnojowicę do przewidzianego prawem czasu wylewania pod uprawy.

W komorze fermentacyjnej substraty są ogrzewane do stałej temperatury 38°C. Drugim koniecznym czynnikiem prawidłowej fermentacji jest okresowe mieszanie substratów w komorze fermentacyjnej. Mieszanie występuje cyklicznie, w okresie dnia np. 5 razy po ok. 10–12 minut, przy prędkości obrotowej mieszadła ok. 3 obr/ min. Istotą mieszania jest zatapianie kożucha (niszczenie górnej warstwy, wtórne jej rozdrobnienie oraz rozprowadzenie w płynnej masie substratu), usuwając w ten sposób blokadę prawidłowego przebiegu fermentacji, stwarzając tym jednocześnie dobre warunki dla działalności szczepów bakteryjnych, wytwarzających (produkujących) biogaz.
Biogaz gromadzi się w kolumnie komory fermentacyjnej, skąd rurociągiem doprowadzony jest do zbiornika biogazu i równolegle do agregatu kogeneracyjnego. Do układu gazowego jest również podłączona rura gazowa ze zbiornika gnojowicy pofermentacyjnej. Ma to na celu, by ewentualne resztki gazowe wydobywające się z gnojowicy pofermentacyjnej nie przedostawały się do otoczenia, a były doprowadzone do silnika spalinowego kogeneratora. Zbiornik biogazu to worek z tworzywa sztucznego o pojemności ok. 90,0 m3

Rys. 444. Komora fermentacyjna zadaszona[12]

Rys. 445. Zbiornik na biogaz[12]

Maszynownia

Zbiorczym rurociągiem gazowym biogaz jest doprowadzony do silnika gazowego agregatu kogeneracyjnego. Silnik spalając biogaz, napędza generator elektryczny, który wytwarza energię elektryczną. Energię cieplną pozyskuje się z układów: chłodzenia, wydechowego silnika. Energią tą, w wymienniku podgrzewa się wodę, która w pierwszym rzędzie zostaje kierowana do instalacji ogrzewania substratu w komorze fermentacyjnej. Pozostała część wykorzystana jest do ogrzewania budynku mieszkalnego i podgrzewania wody użytkowej. Kogenerator i wszystkie urządzenia technologicznie z nim związane są zamontowane w pomieszczeniu maszynowni, zlokalizowanej w istniejącym garażu. Pomieszczenie zostało zaadaptowane i przebudowane, by spełniało wszystkie wymogi bezpieczeństwa. Spaliny po schłodzeniu w wymienniku zostają wyprowadzone rurą przez strop, ponad dach. Ciśnienie biogazu w całym układzie nie przekracza 0,005 bara

Rys. 446. Okrągły zbiornik na biogaz, w głębi garaż blaszany maszynowni[12]

Maszynownia jest umiejscowiona w wydzielonej części budynku obecnego garażu. Całe pomieszczenie (mury, strop, posadzka, drzwi), zostało wykonane w odpowiedniej wytrzymałości ogniowej, a na zewnątrz obłożone warstwą wyciszającą, tak aby zostały dochowane wymogi dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu poza pomieszczeniem.
W maszynowni wykonany jest układ wentylacyjny.

Kogenerator

Podstawowym i głównym urządzeniem eksploatowanym w instalacji biogazowej, to kogenerator, czyli urządzenie przetwarzające biogaz na energię elektryczną i cieplną. Wielkość kogeneratora dobrana została w oparciu o ilość i możliwość wytwarzanego biogazu. W ciągu doby wytwarza się ok. 180 m 3 biogazu. Pozwala to na pracę kogeneratora T&S RUHLAND typu D242 – 1000 obr./min, o mocy 22,0 kW, (przy zużyciu 9,2–11,0 m3 /godz) na 18 godzin pracy na dobę. Integralną częścią kogeneratora jest szafa z zamontowanymi urządzeniami do rozruchu, sterowania i zabezpieczenia prawidłowej pracy zespołu. Zabezpieczone są nie tylko obwody wiodące prąd, ale również obwody, które charakteryzują takie wielkości jak; wzrost temperatury silnika, niski poziom oleju, zanik dopływu gazu, zwiększenie obrotów silnika, itp.

Silnik spalinowy wraz z prądnicą – kogenerator

Pozostałe urządzenia maszynowni

Do zasadniczych urządzeń maszynowni oprócz kogeneratora należą; zasobnik z wymiennikiem ciepła, instalacja wody ciepłej z kolektorem, zawory i pompy wody ciepłej, kierowanej do instalacji grzewczej komory fermentacyjnej oraz do obwodów wody użytkowej w domu mieszkalnym i budynków inwentarskich. W maszynowni zainstalowana została ponadto chłodnica awaryjna, której zadaniem jest ewentualne usuwanie nadmiaru ciepła, w okresie występowania wyższych temperatur zewnętrznych. W przyszłości jeszcze jedno urządzenie będzie zainstalowane w maszynowni, tj. dmuchawa powietrza, której zadaniem będzie dozowanie poprzez rotametr, powietrza do kolumny gazowej, w celu redukcji siarkowodoru w biogazie. W wyniku reakcji siarkowodoru z tlenem, otrzyma się niewielkie ilości siarki, która opadając do gnojowicy będzie jednym z składników nawozu. Koszt inwestycji wykonanej systemem gospodarczym wyniósł ok. 400 000 zł.

Konsultantami przy budowie biogazowni byli pracownicy naukowi Politechniki Śląskiej.

Wnioski dotyczące perspektyw rozwoju biogazowni rolniczych

– w strategii rozwoju OZE w Polsce do roku 2020 duży nacisk kładzie się na większe niż dotychczas, wykorzystanie biogazu (planuje się, że moc elektryczna biogazowni rolniczych w roku 2016 będzie wynosiła ok. 150 MW);

– w porównaniu z innymi krajami UE (Niemcy, Dania) produkcja biogazu rolniczego w Polsce jest znikoma;

– w sektorze rolnym w połowie 2015 r. pracowało tylko 52 biogazownie;

– sektor rolny posiada największy potencjał techniczny, ze względu na dostępność substytutów (odpadów energetycznych);

– uprawa roślin energetycznych ma coraz większe znaczenie dla sektora bioenergetycznego i produkcji biogazu;

– spełnione są podstawowe warunki do budowy i eksploatacji biogazowni w Polsce;

– system „zielonych" i „fioletowych" certyfikatów zapisanych w ustawie Prawo energetyczne, wspierają dalszy rozwój odnawialnych źródeł energii (m.in. biogazu) w Polsce;

– programy i fundusze UE wspierają inwestycje w dziedzinie instalacji biogazowych (m.in. w programach UE, dotyczących wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w systemach kogeneracyjnych).

Bariery utrudniające budowę biogazowni rolniczych:
– brak rozwiązań dedykowanych biogazowniom – definicje, wielkość instalacji, przepisy budowlane, ochrona środowiska, itd.;
– brak kryteriów konieczności wykonania procedur formalno-prawnych w zakresie ochrony środowiska, dla małych instalacji, długie procedury uzyskiwania pozwoleń, utrudniony obrót „zielonymi" i „fioletowymi" certyfikatami, przez rolników, niejasna klasyfikacja PKD, itd.;
– wysokie koszty inwestycyjne, trudne i niejasne procedury uzyskania dofinansowania, trudności z pozyskaniem dofinansowania dla mniejszych inwestorów, długoterminowe kontrakty na dostawy substratów, nie zawsze atrakcyjne dla rolników;
– technologia produkcji biogazu rolniczego, nie jest wystarczająco poznana;
– kosztowny import urządzeń;
– złożone i niejasne procedury uzyskania zezwoleń na budowę biogazowni;
– niewielka wiedza publiczna o odnawialnych źródłach energii;
– wysokie koszty technologii;
– tylko 52 zrealizowane projekty (brak wzorców do naśladowania);
– sprzedaż ciepła stanowi problem w wielu regionach Polski;
– konieczność ścisłego przestrzegania reżimów procesów fermentacji, zachowania właściwej proporcji poszczególnych komponentów wsadu;
– protesty osób zamieszkujących w pobliżu biogazowni (nieprzyjemny zapach).

Pozytywne skutki trwałego rozwoju biogazowni na obszarach wiejskich:

– wykorzystanie biogazu w gospodarstwach domowych, obiektach publicznych;
– poprawa stanu higieniczno-sanitarnego wsi (zaprzestanie wylewania fekaliów na pola);
– sprzedaż energii elektrycznej;
– sprzedaż energii cieplnej;
– redukcja emisji CO_2;
– naturalny, tani, dostępny nawóz;
– produkcja ekologicznej żywności na bazie naturalnego nawozu;
– utworzenie i zabezpieczenie miejsc pracy;
– budowa instalacji przez lokalne firmy, czynności związane z eksploatacją (serwis, kontrola – wykonywane będą przez miejscowych fachowców);
– alternatywny filar produkcyjny w gospodarstwie rolnym;
– zabezpieczenie przychodów i zwiększenie różnorodności produkcji (zmniejszenie
ryzyka inwestycyjnego w gospodarstwie);
– częściowa niezależność energetyczna obszarów wiejskich.

Trwały rozwój biogazowni na obszarach rolniczych wymaga:
– współpracy gospodarstw rolnych, wspólna realizacja biogazowni (mniejsze koszty,
większe korzyści);
– tworzenia akceptacji społeczeństwa wiejskiego dla instalacji biogazowych;
– wsparcia projektów przez władze lokalne oraz w sektorze finansowym (specjalne mechanizmy wsparcia inwestycji np. fundusze UE i contracting);
– uproszczenia procedur formalno-prawnych;
– opracowania typowego projektu dla małej i dużej biogazowni, wraz z kosztorysem;
– wskazania producentów urządzeń do wyposażenia biogazowni;
– wykonania analizy ekonomicznej inwestycji;
– popularyzacji tych rozwiązań w mediach;
– szkoleń osób podejmujących decyzje inwestycyjne (przedstawiciele gmin, powiatów, potencjalni prywatni inwestorzy);

W przyszłości należy spodziewać się dwukierunkowego rozwoju biogazowni w Polsce:

– mniejsze biogazownie (np. instalacje < 500 kW w gospodarstwach rolnych);

– biogazownie scentralizowane (np. instalacje > 500 kW w każdej gminie).

Agencja Rynku Rolnego szacuje, że w roku 2010 wielkość dotacji do budowy biogazowni rolniczej, wyniosła ok. 7,5 mln zł (nie więcej niż 50% wartości inwestycji).

ARR dysponowała na ten cel w roku 2013, kwotą ok. 157 mln zł. Złożono ok. 654 wnioski na budowę biogazowni rolniczych, różnych mocy (większość powyżej 1 MW). Biogazownie rolnicze finansowane są również przez NFOŚiGW.

Znowelizowana w 2010 roku ustawa Prawo energetyczne,
daje korzystne podstawy formalno-prawno-finansowe,
do dynamicznego rozwoju rynku biogazowni.

W ustawie zapisano m.in.:

– operator systemu dystrybucyjnego gazowego, w obszarze swojego działania, jest obowiązany do odbioru biogazu rolniczego o parametrach jakościowych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 9a ust. 11, wytworzonego w instalacjach przyłączonych bezpośrednio do sieci tego operatora;

– wyłącza biogazownie rolnicze z obowiązku posiadania koncesji w zakresie wytwarzania paliw lub energii;

– działalność gospodarcza w zakresie wytwarzania biogazu rolniczego lub energii elektrycznej z biogazu rolniczego, jest działalnością regulowaną i wymaga wpisu do rejestru producentów biogazu;

– posiadanie koncesji bądź wpis od rejestru, jest warunkiem koniecznym dla uzyskania świadectw pochodzenia, jak i żądania odbioru biogazu rolniczego, przez operatora sieci;
– potwierdzeniem wytwarzania biogazu rolniczego oraz wprowadzenia go do sieci dystrybucyjnej gazowej, jest świadectwo pochodzenia biogazu rolniczego – nowy instrument wsparcia;
– świadectwo pochodzenia biogazu może służyć rozliczeniu się z wypełnienia obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia Prezesowi URE, świadectw pochodzenia, odnosi się do przedsiębiorstw energetycznych sprzedających energię elektryczną odbiorcom końcowym;
– system świadectw pochodzenia, będzie łączył się z certyfikatami biogazowymi jest to wsparcie finansowe dla producentów biogazu rolniczego.

Ustawa ta definiuje, że mikroinstalacja – odnawialne źródło energii, o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW lub o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej nie większej niż 120 kW. Stwierdza, że mikrobiogazownie rolnicze nie będą wymagały koncesji na produkcję energii, nie trzeba będzie prowadzić działalności gospodarczej. Korzystne zapisy ustawy dla mikroinstalacji biogazowych spowodują, że małe biogazownie rolnicze będą powstawać na obszarach wiejskich szybciej niż dotychczas.

W prezentacji wykorzystałem materiały z mojego podręcznika „Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej”

Ryszard Tytko