

Wpłynęło 26.05.2014 r.
Zrecenzowano 27.06.2014 r.
Zaakceptowano 30.06.2014 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Rozwiązania instalacji biogazowych dla gospodarstw rodzinnych i farmerskich uwzględniające zagospodarowanie pozostałości pofermentacyjnej

Wacław ROMANIUK^{ABDEF}

Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie

Streszczenie

Jednym z najbardziej uciążliwych dla środowiska sektorów produkcji rolnej jest intensywny chów zwierząt, będący odpowiedzią na zwiększającą się konsumpcję mięsa we współczesnych społeczeństwach oraz efektem specjalizacji w rolnictwie. Wiąże się to z koniecznością przeznaczania coraz większych obszarów rolnych na uprawę roślin do produkcji pasz dla zwierząt oraz produkcją ogromnych ilości gnojowicy, stanowiącej znaczne obciążenie dla środowiska [WĘGLARZY, PODKÓWKA 2010]. Przeszkodą w bardziej powszechnym wprowadzaniu instalacji biogazowych do praktyki jest stosunkowo wysoki koszt ich budowy i eksploatacji. Zintensyfikowane w ostatnich latach prace badawcze mają na celu obniżenie tych kosztów. Poszukiwania idą m.in. w kierunku wykorzystywania odpadów o dużej zawartości suchej pozostałości organicznej, co wiąże się z możliwością znacznego zwiększenia obciążenia komory oraz zwiększoną jednostkową produkcją biogazu [MYCZKO i in. 2011; ROMANIUK i in. 2010]. Przedstawione rozwiązania instalacji biogazowych o różnych wielkościach są propozycją dla gospodarstw rodzinnych i farmerskich. Umożliwiają one również zagospodarowanie pozostałości pofermentacyjnych oraz wyprodukowanie z nich kompostu. Takie instalacje są szansą dla rolnictwa i środowiska, a uzyskana masa pofermentacyjna stanowi pełnowartościowy nawóz [KOWALCZYK-JUŚKO 2013].

Słowa kluczowe: biogaz, instalacja biogazowa, energia, postęp, technologia

Wstęp

Rolnicy mogą być nie tylko dostawcami surowca, ale również producentami energii elektrycznej i ciepłej, którą w postaci biogazu oczyszczonego do jakości gazu ziemnego mogą dostarczać do gazowych sieci dystrybucyjnych [CURKOWSKI i in. 2011].



W Polsce jest miejsce zarówno dla mikrobiogazowni rolniczych o zainstalowanej mocy poniżej 100 kW, jak i obiektów wielokrotnie większych. Ostateczna decyzja inwestycyjna powinna wynikać z wszechstronnego rachunku możliwości i potrzeb [AgriKomp 2011].

Ludzkosc ma do swojej dyspozycji ok. 5 mld ha ziemi uprawnej wraz z pastwiskami. Do celów energetycznych można wykorzystać prawie 2,4 mld ha ziemi.

W Polsce dla gospodarstw do ok. 1000 DJP (DJP – duża jednostka przeliczeniowa, odpowiednik zwierzęcia o masie 500 kg) mogą być realizowane instalacje utylizacji gnojowicy, wykonane według koncepcji Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego lub przy jego współpracy [FEDOROWICZ, ROMANIUK 2006].

Celem pracy jest przedstawienie propozycji rozwiązań instalacji biogazowych w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich, łącznie z zagospodarowaniem pozostałości pofermentacyjnej.

Proponowane rozwiązania instalacji biogazowych

Są to instalacje o następujących wielkościach:

- biogazownia z komorą fermentacyjną żelbetową o pojemności 100 m³, przeznaczona dla gospodarstw o obsadzie ok. 100 DJP i wielokrotność tej obsady;
- biogazownia z komorą fermentacyjną żelbetową o pojemności 100, 200 i 500 m³ i ich wielokrotność (rys. 1); biogazownie te przeznaczone są dla gospodarstw o obsadzie od 100 do 1000 DJP odpowiednio do wielkości komory i mocy elektrycznej.

Doboru wielkości instalacji w zależności od możliwości gospodarstwa można dokonać według danych przedstawionych w tabeli 1 [ROMANIUK i in. 2012].

Tabela 1. Wielkość biogazowni w zależności od mocy agregatu

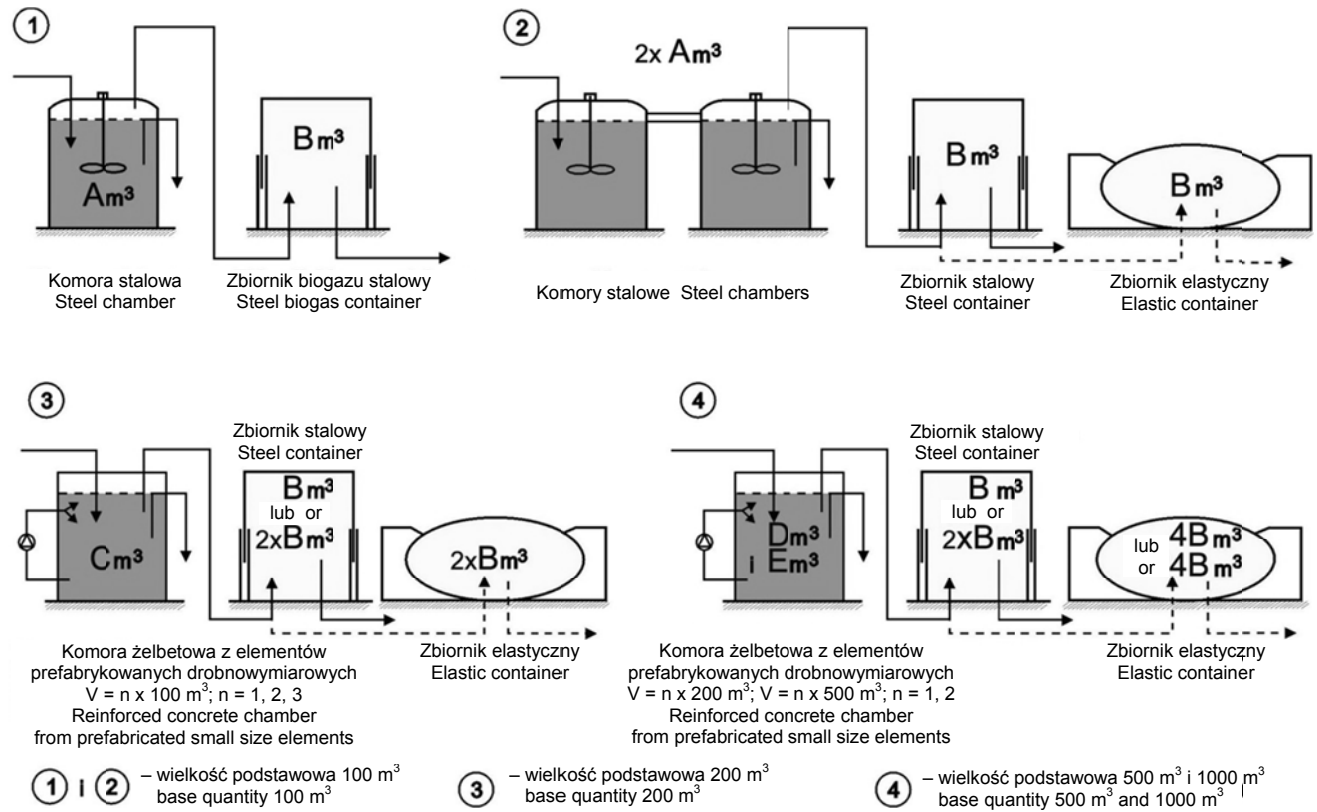
Table 1. Size biogas plant depending on the power unit

Wyszczególnienie Specification	Typ instalacji Type of installation					
	G	S	M	L	XL	XXL
Moc agregatu [kW] Unit power [kW]	40	75	110	150	180	250
Pojemność biogazowni [m ³] Capacity of biogas station [m ³]	570	800	900	1 100	1 200	1 700
Gnojowica [m ³ ·doba ⁻¹] Liquid manure [m ³ ·day ⁻¹]	17	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800
Obornik [t] Solid manure [t]	0	1 150	1 150	1 150	1 150	1 150
Niezbędna powierzchnia uprawy roślin na biomasę [ha] The necessary area of crops grown for biomass [ha]	0	20	30	50	60	90
Objętość silosu [m ³] Volume of silo [m ³]	0	1 100	1 700	2 700	3 300	5 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Aria Energies [2012]; ROMANIUK, BISKUPSKA [2014].

Source: own elaboration based on Aria Energies [2012]; ROMANIUK, BISKUPSKA [2014].

- A – 100 m³
- B – 50 m³
- C – 200 m³
- D – 500 m³
- E – 1000 m³



Źródło: ROMANIUK i in. [2012]. Source: ROMANIUK et al. [2012].

Rys. 1. Schematy ideowe instalacji biogazowych od 100 do 500 m³ i ich wielokrotności
 Fig. 1. Idea scheme of biogas installations from 100 to 500 m³ and their multiples

Efektom zagospodarowania pozostałości pofermentacyjnej jest produkcja kompostu [ROMANIUK 2005], której zasadę przedstawiono schematycznie na rysunkach 2. i 3. Przefermentowana gnojowica poddawana jest dalszej obróbce, polegającej na wymieszaniu jej z pociętą słomą pokombajnową, torfem i innymi odpadkami rolniczymi. Masa ta kierowana jest do otwartej komory gnojowej, w której jest składowana przez ok. 3 miesiące i przez cały okres fermentacji zraszana świeżą gnojowicą. W pierwszym etapie procesu kompostowania przebiegają głównie procesy beztlenowe, w wyniku zaszczerpienia bakteriami metanowymi z przetworzonej gnojowicy z biogazowni. Proces ten powoduje szybki rozkład cukrów złożonych, peptydów oraz lipidów do związków prostych i ich mineralizację. W następnym etapie kompostowana masa jest napowietrzana. W masie tej rozpoczyna się proces fermentacji tlenowej, podczas której temperatura osiąga 50–60°C. Pod koniec tego procesu temperatura spada. Wtedy należy powstałą masę wymieszać i ułożyć na płycie kompostowej i dodatkowo napowietrzać za pomocą dmuchawy. Kompostowana masa, poddana intensywnemu napowietrzaniu, jest przechowywana przez okres jednego miesiąca.

Finalny produkt kompostowania ma wysoki stopień biodegradacji (ok. 60%) i higienizacji. Jest bezpieczny pod względem bakteriologicznym i chemicznym dla ludzi i środowiska. Masa organiczna po kompostowaniu ma wilgotność ponad 60%. Wilgotność tej masy należy zmniejszyć do ok. 40%. Suszenie, w warunkach sprzyjającej pogody, przeprowadza się na słońcu, przerzucając masę rozłożoną cienką warstwą na płycie betonowej. W okresie niesprzyjającym dosuszanie można prowadzić w suszarni podłogowej z nawiewem ciepłego powietrza. Wilgotność można sprawdzić metodą suszarkowo-wagową.

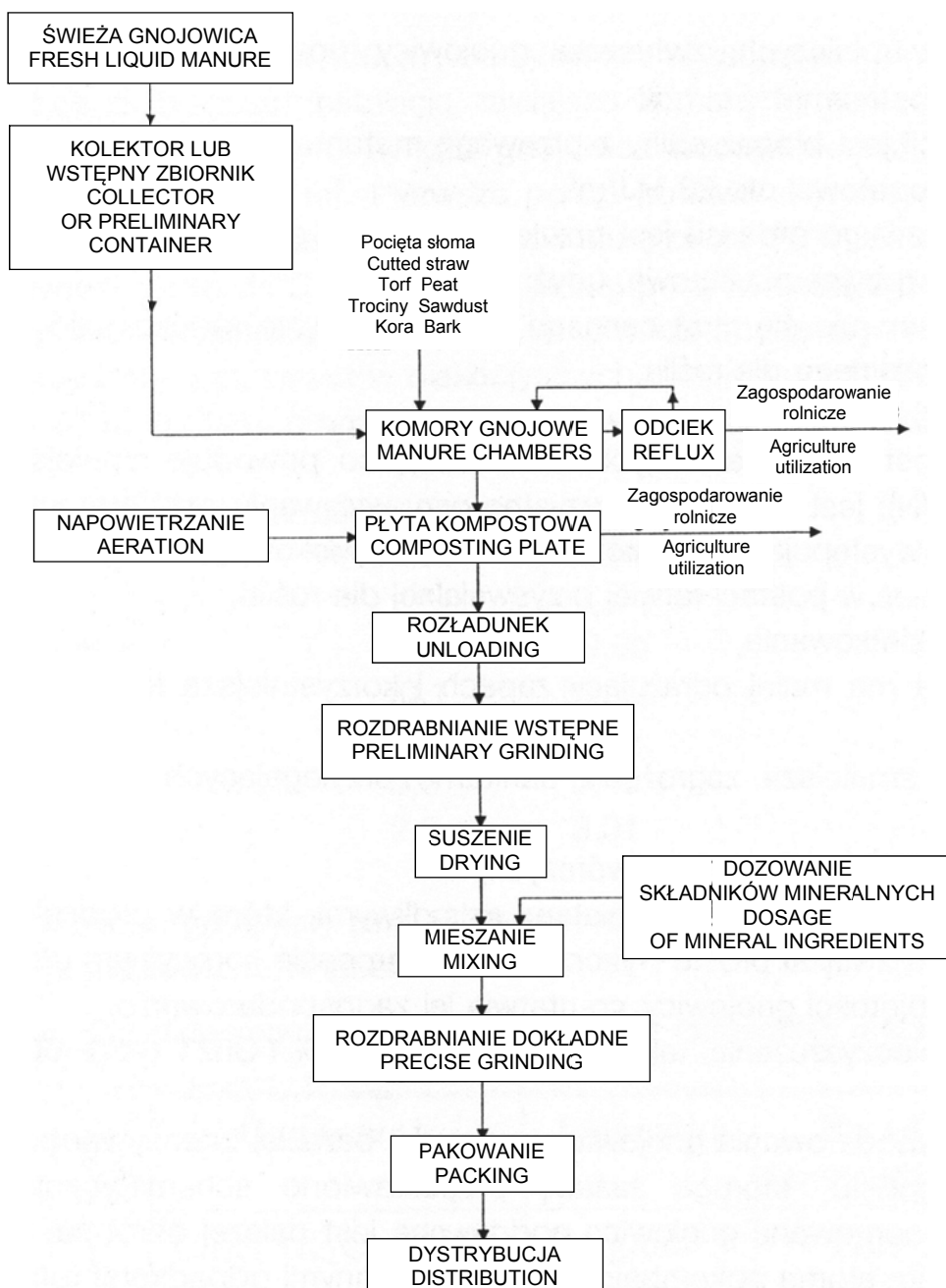
Wysuszoną masę należy przesiać w celu wyeliminowania zanieczyszczeń mechanicznych i poddać rozdrobieniu. Tak przygotowana masa jest podstawowym składnikiem nawozu. Na tej bazie opracowano dwie mieszanki nawozowe. Pierwsza mieszanka (o odczynie pH = 7,5) przeznaczona jest do nawożenia warzyw, upraw polowych, działkowych, w szklarniach i tunelach foliowych; druga zaś do zastosowania w uprawach roślin iglastych (pH = 5,5).

Skład ilościowy mieszanki nawozowej nr 1:

<u>Składnik</u>	<u>Proporcje objętościowe [%]</u>
Kompost	60
Torf	10
Kora drzew iglastych	10
Pomiot kurzy	10
Dolomit	10

Skład ilościowy mieszanki nawozowej nr 2:

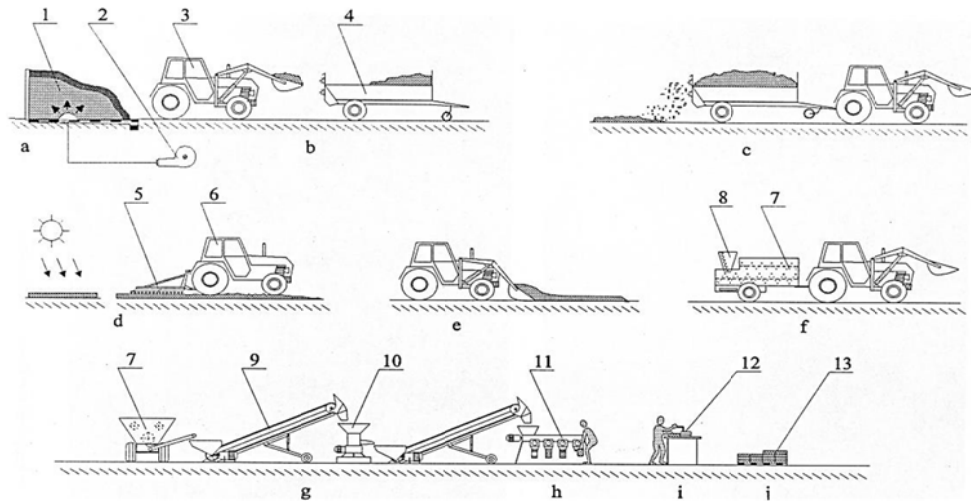
<u>Składnik</u>	<u>Proporcje objętościowe [%]</u>
Torf	50
Kora drzew iglastych	10
Kompost	30
Magnezyt	5
Siarczan amonu	5



Źródło: ROMANIUK [2005]. Source: ROMANIUK [2005].

Rys. 2. Schemat obróbki gnojowicy i pozyskania biogazu oraz zagospodarowania masy pofermentacyjnej w gospodarstwie

Fig. 2. Scheme of liquid manure treatment and utilization of digestate on the farm



Źródło: ROMANIUK i in. [2012]. Source: ROMANIUK et al. [2012].

Rys. 3. Technologia produkcji nawozu organiczno-mineralnego: a – napowietrzanie, b – załadunek na rozrzutnik, c – rozrzucanie kompostu do suszenia, d – suszenie kompostu, e – zgarnianie kompostu i załadunek do wozu mieszającego, f – mieszanie kompostu z dodatkami, g – rozdrabnianie, h – pakowanie, i – zgrzewanie worków foliowych, j – magazynowanie; 1 – kompost, 2 – wentylator, 3 – ciągnik z ładowaczem czołowym, 4 – rozrzutnik obornika, 5 – brona zębowa, 6 – ciągnik, 7 – wóz mieszający, 8 – dozownik dodatków, 9 – przenośnik, 10 – rozdrabniacz, 11 – pakowarka, 12 – zgrzewarka, 13 – paleta

Fig. 3. Production technology of organic-mineral fertilizer: a – aeration, b – loading on spreader, c – spreading of compost for drying, d – compost drying, e – compost scraping and loading to mixer wagon, f – mixing of compost with supplement, g – shredding, h – packing, i – welding of foil bags, j – storage; 1 – compost, 2 – fan, 3 – tractor with front loader, 4 – manure spreader, 5 – tooth harrow, 6 – tractor, 7 – mixer wagon, 8 – supplement proportioner, 9 – conveyor, 10 – shredder, 11 – packing unit, 12 – welder, 13 – pallet

Aby proces całego cyklu kompostowania przebiegał skutecznie, należy zachować odpowiednie podstawowe warunki, sprzyjające temu procesowi. Są to:

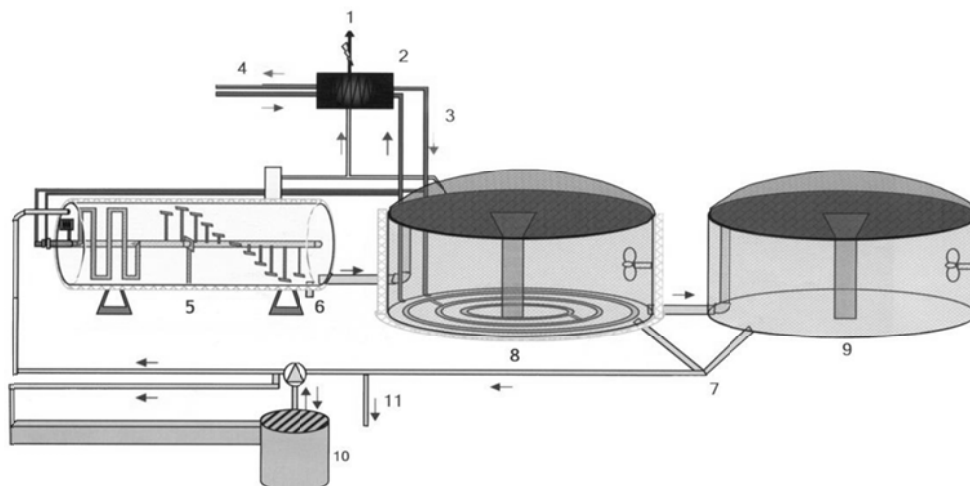
- temperatura w granicach 50–60°C;
- wilgotność 40–50%;
- zapotrzebowanie na tlen ok. 1 m³ na kg kompostowanej masy;
- optymalna wartość pH = 6,0–7,5;
- rozdrobnienie cząsteczek organicznych, przyspieszające stopień rozkładu w wyniku zwiększenia aktywności mikrobiologicznej.

W wyniku zastosowanej technologii, oprócz kompostu, powstaje odciek pofermentacyjny, którego ładunek zanieczyszczeń jest znacznie mniejszy w porównaniu z gnojowicą surową. We wspomnianym gospodarstwie odciek jest stosowany do rolniczego nawożenia użytków zielonych w dogodnych warunkach agrotechnicznych.

Konstrukcja komór fermentacyjnych

Ściany komór biogazowni (wg rys. 1), a także komór kompostowni, zostały zaprojektowane i wykonane z elementów drobnowymiarowych łukowych (biogazownie) i prostokątnych (kompostownia). Rozwiązanie to pozwala wyeliminować szalunek podczas wznoszenia ścian. Konstrukcja ta umożliwia uzyskanie dobrej szczelności ścian, ponieważ pustaki wykonane są na stole wibracyjnym. Fundamenty pod ściany oporowe komór wykonano na palach. Rozwiązanie takie daje ok. 20-procentowe oszczędności w zużyciu betonu oraz powoduje ok. 20–30-procentowe zmniejszenie pracochłonności.

Instalację biogazową o mocy elektrycznej 70 kW i mocy cieplnej 100 kW przedstawiono schematycznie na rysunku 4. Dane techniczne instalacji, według rysunku 4, przedstawiono w tabeli 2, a charakterystykę procesu biogazowni – w tabeli 3.



Źródło: Aria Energies [2012], rys. zmodyfikowany. Source: Aria Energies [2012], fig. modified.

Rys. 4. Schemat instalacji biogazowej w Zespole Rolników GAEC (Francja), według Aria Energies: 1 – podłączenie do sieci elektrycznej, 2 – agregat-kogenerator 70 kW, 3 – podgrzewanie komory, 4 – pobór energii cieplnej, 5 – zbiornik fermentacyjny poziomy, 6, 7 – zawory, 8 – zbiornik fermentacyjny, 9 – zbiornik pofermentacyjny, 10 – zbiornik wstępny, 11 – pobór przefermentowanej gnojowicy

Fig. 4. Scheme of biogas installation of GAEC Farmers Group (France): 1 – connecting to electric network, 2 – cogenerator 70 kW unit, 3 – chamber heating, 4 – heat energy consumption, 5 – horizontal fermentation container, 6, 7 – valves, 8 – fermentation container, 9 – after fermentation container, 10 – preliminary container, 11 – consumption of pre-fermented liquid manure

Tabela 2. Dane techniczne instalacji przedstawionej na rysunku 4
Table 2. Technical data of installation presented in figure 4

Substrat do procesu Substrate to process	gnojowica (obornik bydłowy) liquid manure (cattle manure) kiszonka z kukurydzy maize silage zielonka ze zbóż green fodder from grain trawa z trawników grass from lawns	1 800 m ³ ·rok ⁻¹ 1 800 m ³ ·year ⁻¹ 8 ha·rok ⁻¹ 8 ha·year ⁻¹ 50–75 t·rok ⁻¹ 50–75 t·year ⁻¹ 500 t·rok ⁻¹ 500 t·year ⁻¹
Objętość fermentatora Fermentor volume	poziomego horizontal pionowego vertical magazynującego pionowego vertical for storage	100 m ³ 700 m ³ 700 m ³
Fermentacja metanowa Methane fermentation	czas retencji retention time temperatura temperature produkcja biogazu biogas production	55 dni days 40°C 300 000 m ³ ·rok ⁻¹ 300 000 m ³ ·year ⁻¹
Produkcja energii rocznie Energy production per year	produkcja CH ₄ CH ₄ production moc agregatu power unit moc cieplna heat power produkcja energii elektrycznej electric energy production	170 000 m ³ ·rok ⁻¹ 170 000 m ³ ·year ⁻¹ 70 kW 100 kW 560 MWh

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Aria Energies [2012].
Source: own elaboration based on Aria Energies [2012].

Tabela 3. Charakterystyka procesu biogazowni według rysunku 4
Table 3. Characteristic of the process in biogas station according to figure 4

Charakterystyka procesu Process characteristic	Jednostka Unit	Wartość Value
Okres przetrzymania w komorze fermentacyjnej Period of holding in fermentation chamber	dni days	55
Temperatura fermentacji Fermentation temperature	°C	40
Produkcja biogazu Biogas production	m ³ ·rok ⁻¹ m ³ ·year ⁻¹	300 000
Produkcja metanu Methane production	m ³ ·rok ⁻¹ m ³ ·year ⁻¹	170 000
Moc elektryczna agregatu Electric power unit	kW	70
Moc cieplna agregatu Heat power unit	kW	100
Produkcja energii elektrycznej Electrical energy production	MWh	560

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Aria Energies [2012].
Source: own elaboration based on Aria Energies [2012].

Koncepcja badawcza nowych rozwiązań instalacji biogazowych

Celem poniżej opisanego rozwiązania, zgodnie ze zgłoszonym wynalazkiem (nr zgłoszenia P.4406470 z dnia 11.12.2013 r.) [ROMANIUK i in. 2013], jest opracowanie konstrukcji urządzenia, które w warunkach laboratoryjnych umożliwi sprawdzenie poszczególnych elementów ciągu technologicznego, decydujących o procesie fermentacji, oraz pozwoli na przeprowadzenie badań w zakresie fermentacji substratów, określenie ich charakterystyki fizycznej i chemicznej, a w dalszej kolejności umożliwi określenie charakterystyk procesu fermentacyjnego, jakości i ilości powstałego biogazu oraz jakości pozostałości pofermentacyjnych.

Wynalazek ten może być wykorzystany do budowy stanowiska badawczego do produkcji biogazu, głównie z substratu w postaci mieszaniny obornika i odpadów organicznych oraz masy roślinnej.

Stanowisko badawcze, zgodnie z rozwiązaniem przedstawionym na rysunku 5, ma zbiornik fermentacji substratu (1), współpracujący ze zbiornikiem wstępnej fermentacji (2), ten zaś ze zbiornikiem końcowej fermentacji (3). Zbiornik fermentacji substratu, zbiornik fermentacji wstępnej oraz zbiornik fermentacji końcowej są wyposażone w izolacyjną warstwę ochronną (5) podgrzewaną płaszczem grzewczym. Wytworzony w tych zbiornikach biogaz jest transportowany z tych zbiorników przewodami (23) do magistrali (23') połączonej ze zbiornikiem biogazu (24), a następnie do agregatu kogeneracyjnego (30). W trakcie transportowania do zbiornika (24) biogaz jest poddawany odwadnianiu w odwadniaczu (25) i odsiarczaniu w odsiarczalniku (26). Usytuowanie wszystkich budowli powinno być zgodne z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. [Rozporządzenie MRiRW... 1997].

Podsumowanie

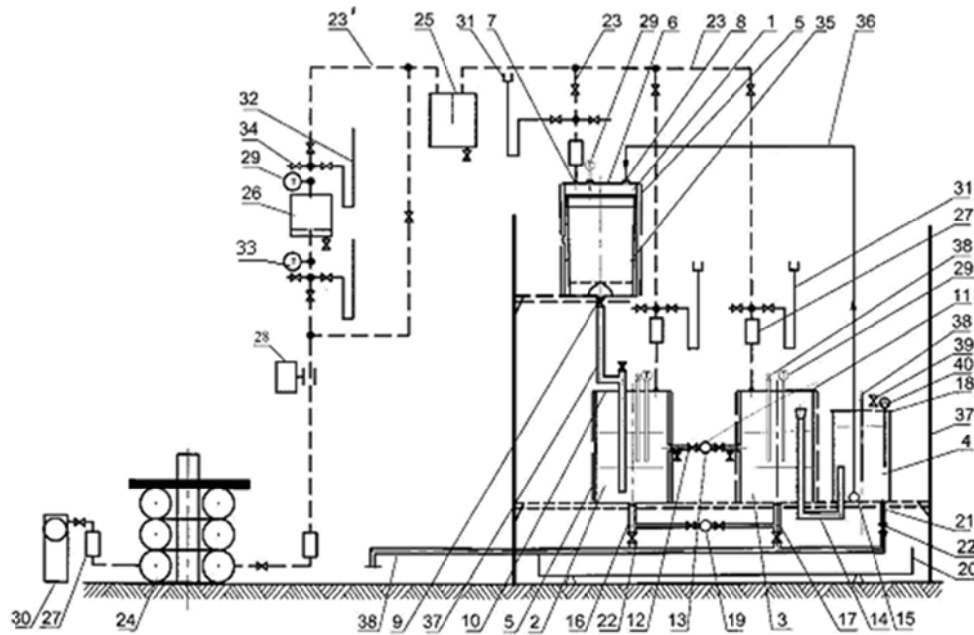
Zaprojektowane urządzenie do wytwarzania biogazu z nawozów naturalnych i odpadów organicznych umożliwi przyszłościowe badania pozyskania energii z substratów o ponad 16-procentowej zawartości suchej masy.

Gospodarka masą pofermentacyjną podlega takim samym zasadom formalno-prawnym jak nawóz naturalny.

Biogazownia powinna być monitorowana pod względem sanitarnym w zakresie gospodarki pozostałościami pofermentacyjną.

Instalacja biogazowa nie stanowi zagrożenia dla środowiska. Przetwarzanie nawozów naturalnych, np. gnojowicy, zmniejsza uciążliwość zapachów. Pozostałość pofermentacyjna jest również mniej uciążliwa dla środowiska naturalnego niż nawóz naturalny ze względu na mniejsze wartości wskaźników BZT₅ (o 60–80%) i ChZT (o 50–60%).

Masa pofermentacyjna jest pełnowartościowym nawozem i nie stanowi zagrożenia sanitarnego dla przyległych pól i okolic mieszkalnych, ponieważ zawiera niewielką ilość patogenów i drobnoustrojów chorobotwórczych.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 5. Schemat stanowiska do badań pozyskania biogazu z substratów o ponad 16-procentowej zawartości suchej masy, wg projektu wynalazku (nr zgłoszenia P.4406470 z dnia 11.12.2013 r.): 1 – zbiornik w kształcie walca przeznaczony do fermentacji i przepłukiwania substratu stałego znajdującego się w ażurowym koszu; 2 – zbiornik w kształcie walca przeznaczony do wstępnej fermentacji wypłukanej masy organicznej; 3 – zbiornik w kształcie walca przeznaczony do fermentacji końcowej płynnej masy organicznej; 4 – zbiornik przelewowy do magazynowania cieczy, przepływającej substrat stały, znajdujący się w ażurowym koszu; 5 – termiczna izolacja zewnętrzna z płaszczem grzewczym i termostatem, dotycząca zbiorników nr 1, 2, 3; 6 – pokrywa zbiornika nr 1 z króćcami przyłączeniowymi (montażowymi); 7 – króciec doprowadzający biogaz do przewodu gazowego nr 23; 8 – króciec odprowadzający wypłukaną masę organiczną (ciecz) z rurociągu nr 36; 9 – zawór odcinający zbiorniki nr 1 od nr 2 podczas załadunku kosza nr 35 nowym substratem; 10 – pokrywa zbiornika nr 2 z króćcami przyłączeniowymi (montażowymi); 11 – pokrywa zbiornika nr 3 z króćcami przyłączeniowymi (montażowymi); 12 – przewody rurowe z zaworami i pompą nr 13, łączące zbiorniki nr 2 i 3; 13 – pompa mieszająca I; 14 – lej syfonowy, łączący zbiorniki nr 3 i 4, utrzymujący odpowiednie ciśnienie gazu w komorach; 15 – pompa ssąco-tłocząca podłączona do rurociągu nr 36; 16 – rurociąg spustowo-mieszający wychodzący ze zbiornika nr 2 i połączony z pompą nr 19; 17 – rurociąg spustowo-mieszający wychodzący ze zbiornika nr 3 i połączony z pompą nr 19; 18 – pokrywa zbiornika nr 4 z króćcami przyłączeniowymi (montażowymi); 19 – pompa mieszająca II; 20 – wanna zabezpieczająca przed wypływem i rozbryzgiem cieczy; 21 – rura spustowa zbiornika nr 4; 22 – zawory spustowe płynnej masy organicznej (cieczy) ze zbiorników nr 2, 3, 4; 23, 23' – przewód odprowadzający biogaz ze zbiorników fermentacyjnych nr 1, 2, 3, 4; 24 – zbiornik biogazu; 25 – odwadniacz biogazu; 26 – odsiarczalniki biogazu;

27 – przerywacz płomienia; 28 – licznik biogazu; 29 – termometry do kontroli temperatury wsadu i wyplukanej masy organicznej (cieczy); 30 – agregat kogeneracyjny; 31 – zawory bezpieczeństwa w instalacji biogazowej do utrzymania odpowiedniego ciśnienia biogazu w instalacji biogazu; 32 – wskaźniki ciśnienia i przepływu biogazu w odsiarczalni wykonanej z rurki w kształcie „U”; 33 – termometry potrzebne do utrzymania odpowiedniej temperatury masy odsiarczającej podczas jej regeneracji; 34 – zawory do pobierania próbek biogazu w poszczególnych etapach produkcji i odsiarczania; 35 – ażurowy kosz na substrat stały do wyplukiwania masy organicznej; 36 – rurociąg do transportu wyplukanej masy organicznej ze zbiornika nr 4 do nr 1; 37 – regał; 38 – króćce zakończone zaworami do pobierania próbek z komór; 39 – króciec wlewowy zakończony zaworem i umieszczony w pokrywie zbiornika nr 4; 40 – wskaźnik poziomu cieczy umieszczony w pokrywie zbiornika nr 4

Fig. 5. The scheme of obtaining biogas from the substrate by more than 16 percent dry matter content according to the design of the invention (No. application of 12/11/2013 P.4406470 r.): 1 – cylindrical container for fermentation and washing solid substrate is located in an openwork basket; 2 – cylindrical reservoir intended for pre-rinsed fermentation of organic matter; 3 – cylindrical container for the final liquid fermentation of organic matter; 4 – overflow tank for storing the liquid; rinsing solid substrate; which is located in openwork basket; 5 – thermal insulation of external heating jacket and thermostat on tanks No. 1, 2, 3; 6 – cover the container No. 1 spigots (assembly); 7 – connector supplying biogas to the gas line No. 23; 8 – nipple discharge scrubbed organic matter (liquid) from the pipeline No. 36; 9 – shut-off valve tanks No. 1 from No. 2 in the loading bin 35 new substrate; 10 – the lid of the tank No. 2 spigots (mounting); 11 – the lid of the tank No. 3 with spigots (mounting); 12 – pipes, valves and pump No.13 connecting tanks No. 2 and 3; 13 – mixing pump I; 14 – funnel siphon connecting the tanks No. 3 and 4, to maintain adequate gas pressure in the chambers; 15 – suction pump-pressuring connected to the pipeline No. 36; 16 – drain pipe-coming out from the mixing tank No. 2 and connected to the pump No. 19; 17 – drain pipe-coming from the mixing container No. 3 and connected to the pump No. 19; 18 – cover of tank No. 4 spigots (mounting); 19 – mixing pump II; 20 – bath anti outflow and splashes of liquids; 21 – pipe drain tank No. 4; 22 – release valves of liquid organic (liquid) with tanks No. 2, 3, 4; 23, 23' – discharge line of biogas fermentation tanks No. 1, 2, 3, 4; 24 – biogas tank; 25 – separating the biogas; 26 – desulfurizator of biogas; 27 – flame; 28 – counter of biogas; 29 – thermometers for control of charge temperature and rinsed organic matter (liquids); 30 – co-generation unit; 31 – safety valves in a biogas plant to maintain proper pressure of biogas; 32 – pressure gauges and flow of biogas in desulfuring made from tube-shaped "U"; 33 – thermometers needed to maintain the proper temperature desulfurisation weight during its recovery; 34 – sampling valves biogas in various stages of production and desulfurization; 35 – openwork basket for solid substrate for leaching of organic matter; 36 – pipeline to transport organic matter leached from the container No. 4 to No. 1; 37 – rack; 38 – nozzles completed sampling valve chamber; 39 – filler neck past the valve and placed in the cover of the tank No. 4; 40 – the liquid level indicator provided in the cover of the tank No. 4

Realizacja instalacji biogazowych w gospodarstwach specjalizujących się w chowie zwierząt zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych, głównie związkami azotu i fosforu oraz drobnoustrojami, które występują w odchodach zwierzęcych (zmniejsza się eutrofizacja wód).

Bibliografia

- AgriKomp 2011. Quelle est l'installation la mieux adaptée à votre exploitation? [online]. [Dostęp 15.10.2011]. Dostępny w Internecie: <http://agrikomp.de/fr/installations-de-biogazie/trouvez-votre-installation.html>
- Aria Energies 2012. Nos références [online]. [Dostęp 29.06.2012]. Dostępny w Internecie: <http://www.aria-enr.fr/>
- CURKOWSKI A., ONISZK-POPŁAWSKA A., MROCZKOWSKI P., ZOWSIK M., WIŚNIEWSKI G. 2011. Instytut Energetyki Odnawialnej. Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych [online]. Warszawa. [Dostęp 15.10.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.ieo.pl/pl/aktualnosci/40-archiwum/343-przewodnik-dla-inwestorow-zainteresowanych-budowa-biogazowni-rolniczych-opracowany-przez-ieo.html>
- FEDOROWICZ G., ROMANIUK W. 2006. Technika w chowie bydła – terminologia. Warszawa. IBMER s. 31.
- KOWALCZYK-JUŚKO A. 2013. Biogazownie – szansą dla rolnictwa i środowiska. Warszawa. Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa s. 8–85.
- MYCZKO A., MYCZKO R., KOŁODZIEJCZYK T., GOLIMOWSKA R., LENARCZYK J., JANAS Z., KLIBER A., KARŁOWSKI J., DOLSKA M. 2011. Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych – poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. Warszawa–Poznań. ITP. ISBN 978-83-62416-23-3 ss.140.
- ROMANIUK W. 2005. Ekologiczne systemy gospodarki obornikiem i gnojowicą. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-58-6 ss. 120.
- ROMANIUK W., BISKUPSKA K. 2014. Biogazownia rolnicza krok po kroku. Warszawa. Hortpress s. 3–32.
- ROMANIUK W., GŁASZCZKA A., BISKUPSKA K. 2012. Analiza rozwiązań instalacji biogazowych dla gospodarstw rodzinnych i farmerskich. Monografie. Inżynieria w Rolnictwie. Nr 9. Falenty. ITP. ISBN 978-83-62416-53-0 ss. 94.
- ROMANIUK W., ŁUKASZUK M., LEŚNIEWICZ N. 2010. Potencjał i możliwości produkcji energii w wyniku fermentacji metanowej substratów rolniczych. W: Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych, ochrony środowiska i standardów UE. Falenty. ITP s. 241–250.
- ROMANIUK W., ŁOCHOWSKI B., BISKUPSKA K., OTROSHKO S.A. 2013. Urządzenie laboratoryjne do produkcji biogazu ze stałych substratów. Polska. Zgłoszenie patentowe nr P.4406470 z dnia 11.12.2013.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie. Dz.U. 1997. Nr 132 poz. 877.
- WĘGLARZY K., PODKÓWKA W. 2012. Agrobiogazownia. Grodziec Śląski. Zespół Wydawnictw i Poligrafii Instytutu Zootechniki – PIB s. 5–156.

Wacław Romaniuk

**SOLUTIONS OF BIOGAS INSTALLATIONS FOR FAMILY AND AGRICULTURAL
FARMS INCLUDING DEVELOPMENT OF DIGESTATE**

Summary

Animal husbandry is one of the most inconvenient sectors of agricultural production. Intensive animal husbandry is a response to the increasing consumption of meat in modern societies and it is also an effect of specialization in agriculture. It involves with need to allocate more and more agricultural land for animal feed and with production of large amounts of manure, which is a very inconvenient for environment. Relatively high cost of construction and exploitation of biogas plants is an impediment to widely implementation. In recent years the intensified research aimed at reducing these costs. Search is focused on use of waste with high content of organic dry residue. This is due to the possibility of a significant increase in the load of chamber and biogas production unit. The solutions of biogas plants of various sizes are recommended for family farms and farmhouses. They also allow utilization of fermentation residues and production of compost from them. Such installations do not endanger the environment, and the resulting mass of the digestate is a full blown fertilizer.

Key words: biogas, installation, energy, progress, technology

Adres do korespondencji

prof. dr hab. Wacław Romaniuk
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Warszawie
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel. 22 542-11-78; e-mail: w.romaniuk@itp.edu.pl