

Wpłynęło 8.11.2018 r.
Zrecenzowano 18.12.2018 r.
Zaakceptowano 28.01.2019 r.

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

PROSUMENCKIE INSTALACJE BIOGAZOWE DO SANITACJI GNOJOWICY ORAZ POZOSTAŁOŚCI POPRODUKCYJNYCH Z PRZETWÓRSTWA ROLNICZEGO

**Andrzej MYCZKO^{1), 2)} AEF, Robert SAWIŃSKI²⁾ EF,
Edyta WRZESIŃSKA-JĘDRUSIAK²⁾ EF, Łukasz ALESZCZYK²⁾ EF,
Barbara ŁASKA-ZIEJA²⁾ E**

¹⁾ orcid.org/0000-0002-5237-2733

²⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

Streszczenie

Małe prosumenckie instalacje biogazowe w rolnictwie powinny być wykorzystywane do meta-nowej fermentacji biomasy rolniczej, takiej jak odchody zwierzęce oraz pozostałości poprodukcyjne z gospodarstw rolnych i przetwórstwa, w celu pozyskania energii elektrycznej i ciepłej, ale przede wszystkim sanitacji odchodów zwierzęcych w celu zmniejszenia ich presji na środowisko. W artykule omówiono rolę instalacji prosumenckich w ograniczaniu zagrożeń środowiskowych ze strony gospodarstw rolnych, wyszczególniono najważniejsze czynniki wpływające na wybór technologii biogazowania w gospodarstwie rolnym, zaprezentowano rozwiązania instalacji z fermentatorami przystosowanymi do biogazowania substratów płynnych lub monosubstratów, a także przedstawiono możliwości zagospodarowania masy pofermentacyjnej. Wykazano, że prosumenckie instalacje biogazowe mają znaczenie w minimalizowaniu presji towarowej produkcji zwierzęcej na środowisko naturalne.

Słowa kluczowe: *biogazownie prosumenckie, poferment, sanitacja gnojowicy, sanitacja pozostałości poprodukcyjnych*

Do cytowania For citation: Myczko A., Sawiński R., Wrzeńska-Jędrusiak E., Aleszczyk Ł., Łaska-Zieja B. 2019. Prosumenckie instalacje biogazowe do sanitacji gnojowicy oraz pozostałości poprodukcyjnych z przetwórstwa rolniczego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 19. Z. 1 (65) s. 19–36.

WSTĘP

Główną rolą dużych instalacji biogazowych jest komercyjna produkcja energii w formie prądu i ciepła [KWAŚNY i in. 2012; OBRZYCKA 2014]. Natomiast rolą małych, prosumenckich instalacji powinna być przede wszystkim sanitacja odchodów zwierzęcych w celu zmniejszenia ich presji na środowisko z wykorzystaniem metody metanowej fermentacji biomasy rolniczej do wytworzenia energii elektrycznej i ciepłej. Z tego względu podstawowym surowcem wykorzystywanym w tej technice powinny być odchody zwierzęce oraz tzw. niebędące odpadem pozostałości poprodukcyjne z gospodarstw rolnych, przetwórstwa i odpady trzeciej kategorii. Zagospodarowanie odchodów zwierzęcych, pobieranych bezpośrednio z budynków inwentarskich, w sposób eliminujący ich kontakt ze środowiskiem zewnętrznym, wymaga wdrożenia i upowszechnienia nowych technik ich energetycznego przekształcania w biogaz.

Jedną z nich jest tzw. technika monosubstratowa, która odnosi się do wytwarzania biogazu z gnojowicy od świń i krów utrzymywanych w systemie bezściółkowym na podłogach rusztowych. Jest ona obecnie na etapie wdrażania pierwszych prototypowych instalacji. Przeznaczona jest ona do gospodarstw rodzinnych i mniejszych ferm, w których zamierza się produkować w systemie prosumenckim. Stosunkowo niska wydajność takich instalacji, która limitowana jest wydajnością gnojowicy z chowu zwierząt, może być zwiększana oraz poprawiana ekonomicznie poprzez stosowanie podawanych w formie płynnej dodatków, takich jak: tłuszcze z odtłuszczonek, tłuszcze techniczne, gliceryna, fuzle z browarów i gorzelnii itp. [DEUBLEIN, STEINHAUSER 2008]. Istnieje również możliwość rozbudowy tych instalacji o moduł przekształcania biomasy stałej, takiej jak: obornik, słoma, kurzeniec, w formę płynną. W tym celu można wykorzystać nadwyżki ciepła pochodzące z wymiennika spalin agregatu kogeneracyjnego oraz różne formy ługowania materiału w warunkach podwyższonego ciśnienia.

Po wnikliwej analizie znanego obecnie stanu techniki w zakresie biogazowania biomasy rolniczej oraz znanego stanu badań w tym zakresie można stwierdzić, że niedostatecznie doceniano dotychczas rolę tych technik w zmniejszaniu presji, którą wywiera towarowy chów zwierząt na środowisko [FOWLER i in. 1998]. Należy podkreślić, że główną rolą instalacji prosumenckich jest przede wszystkim minimalizowanie zagrożeń środowiskowych, a produkcja energii powinna być sposobem na finansowanie dodatkowych nakładów z tym związanych oraz sposobem zaspokajania potrzeb własnych gospodarstwa rolnego. W budowaniu krajowej strategii w tym zakresie należy uwzględnić, że zagrożenia powodowane przez produkcję zwierzęcą mają dwa wymiary. Pierwszy ma znaczenie globalne i dotyczy emisji gazów cieplarnianych, a drugi dotyczy środowiska lokalnego (takich czynników, jak emisje odorowe, gazowe w bezpośrednim sąsiedztwie ferm, występowanie populacji much w gradacjach, występowanie w nawozach zwierzęcych nasion chwastów, jaj pasożytów, drobnoustrojów chorobotwórczych oraz zapylenia i zużycie

tw. czarnych nośników energii). Wymiar lokalny jest bardzo istotny bezpośrednio dla sanitacji obszarów wiejskich.

Celem pracy było wykazanie ważnej roli instalacji prosumenckich w ograniczeniu zagrożeń środowiskowych ze strony gospodarstw rolnych oraz przedstawienie rozwiązań instalacji z fermentatorami przystosowanymi do biogazowania substratów płynnych lub monosubstratów.

MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano materiały dotyczące regulacji prawnych i programów skierowanych na działania gospodarki niskoemisyjnej i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie. Ponadto, na podstawie danych literaturowych, dokonano analizy możliwości wykorzystania biomasy pochodzącej z rolnictwa w procesie biogazowania w typowych instalacjach wielosubstratowych. Wykorzystując z kolei wyniki badań własnych, przedstawiono rozwiązania stosowane w innowacyjnych instalacjach monosubstratowych, a także przedstawiono możliwości zagospodarowania pofermentu z biogazowni. Do przedstawienia innowacyjnych rozwiązań instalacji monosubstratowych do metanowej fermentacji gnojowicy wykorzystano m.in. opracowania dotyczące instalacji pilotażowych powstałe w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w ramach Programu Biostrateg.

WYNIKI

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WYBÓR BIOGAZOWNI DO DZIAŁALNOŚCI PROSUMENCKIEJ

O wyborze technologii biogazowania dla konkretnego gospodarstwa rolnego decyduje wiele powiązanych ze sobą czynników. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- 1) presję ustawodawczą na modernizację gospodarstw rolnych w celu zminimalizowania ich negatywnego oddziaływania na środowisko oraz osiągnięcia celów prozdrowotnych (uregulowania prawne);
- 2) środki i programy dostępne w odniesieniu do realizacji działań w zakresie energetyki prosumenckiej wraz z długookresową ochroną finansową prosumentów;
- 3) stan lokalnych zasobów energetycznych;
- 4) problemy dotyczące działania sieci elektroenergetycznej zaopatrującej tereny wiejskie w energię elektryczną;
- 5) dostępność (dla ośrodków decyzyjnych) modeli zastosowań odnawialnych źródeł energii (OZE) w rolnictwie opracowanych na podstawie wyników analiz cyklu życia (LCA) zarówno produktów rolniczych, jak i źródeł energii;

6) aspekty ekonomiczne, o których decyduje analiza porównawcza opłacalności budowy i eksploatacji wybranej technologii.

Kształtowanie dwóch pierwszych czynników znajduje się poza sferą bezpośredniego zaangażowania badaczy. Nauka może jedynie upowszechniać wyniki badań i ocen w tym zakresie oraz opiniować akty prawne na różnych etapach ich powstawania. Natomiast w odniesieniu do oceny stanu lokalnych zasobów energetycznych można stwierdzić, że nauka zajmuje się tym zagadnieniem wycinkowo, prawie wyłącznie na potrzeby rozwiązania konkretnych problemów naukowych. Cała zaś sfera tych ocen została przypisana ośrodkom administracji lokalnej.

Gminy, które w perspektywie finansowej na lata 2014–2020 pozyskują pieniądze m.in. na działania w zakresie termomodernizacji budynków czy wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, powinny mieć plany gospodarki niskoemisyjnej. W projekcie narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN) z 2015 r. [MG 2015] stwierdzono, że rozwój gospodarczy odbywa się na poziomie lokalnym, zatem – chcąc transformować gospodarkę – właśnie tam należy zaplanować odpowiednie działania. W 2013 r. w Ministerstwie Gospodarki powstała koncepcja przygotowania lokalnych planów gospodarki niskoemisyjnej (PGN), nawiązujących do NPRGN. Ich pomysł oparto na funkcjonującym od 2008 r. europejskim „Porozumieniu burmistrzów”, firmowanym przez Komisję Europejską dobrowolnym zrzeczeniem gmin deklarujących realizację celów unijnej polityki energetyczno-klimatycznej na poziomie lokalnym (realizacja pakietu 3 x 20). PGN to dokument strategiczny, którego celem jest określenie wizji rozwoju gminy (lub kilku gmin) w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. Jego kluczowym elementem jest wyznaczenie celów strategicznych i szczegółowych, realizujących określoną wizję gminy. Powinny one być: konkretnie określone, mierzalne, ambitne, realne i określone w czasie. Głównym celem PGN jest ograniczenie emisji i cel ten musi być jasno i mierzalnie zdefiniowany (w postaci względnej lub bezwzględnej).

Konieczność oceny działania sieci elektroenergetycznej zaopatrującej tereny wiejskie w energię elektryczną wynika z dużego jej zużycia – ok. 6% w całym krajowym bilansie energii. Problem wysokiej zawodności sieci energetycznej (wysokie współczynniki SAIDI – ang. System Average Interruption Duration Index – wskaźnik przeciętnego (średniego) systemowego czasu trwania przerwy długiej w dostawach energii elektrycznej, SAIFI – ang. System Average Interruption Frequency Index – wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich w dostawie energii i MAIFI – ang. Momentary Average Interruption Frequency Index – wskaźnik przeciętnej częstości przerw krótkich w rejonach rolniczych w Polsce), czyniący produkcję rolniczą wysoce ryzykowną, oraz problem wyższej niż przeciętna w gospodarce Polski emisyjności produkcji rolniczej [GNUTEK 2011]. Z cytowanej pracy wynika, że wykorzystanie energii, zwłaszcza w obszarach działalności rolniczej, powinno być ściśle związane z istotą modelu energetyki użytkowników. Wsparciem tej idei mogą być autonomiczne regiony energetyczne (ARE). ARE – działając poprzez lokalne podmioty, np. rolników, mających bardzo

dobrą znajomość miejscowych problemów, mogą promować wykorzystywanie lokalnych źródeł energii.

Ponieważ energia jest w rolnictwie istotnym czynnikiem cenotwórczym, modele zastosowań OZE w rolnictwie powinny uwzględniać nie tylko aspekty technologiczne, ekonomiczne, środowiskowe czy prozdrowotne, ale również powinny być narzędziem do rozwiązywania problemów dotyczących działania sieci elektroenergetycznej zaopatrującej tereny wiejskie w prąd i zapobiegania nieoczekiwanym przerwom w dostawach energii, kłopotom z poziomem napięć u końcowych odbiorców oraz trudnościom z uzyskaniem zgody na przyłączenie do sieci nowych obiektów.

Do podejmowania decyzji w zakresie lokalizacji oraz wsparcia konkretnych instalacji może być przydatna analiza, obligatoryjnie sporządzanych przez dostawców energii, wskaźników informujących o ilości tzw. przerw systemowych SAIDI i SAIFI, które dotyczą odpowiednio przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej oraz częstości przerw długich i bardzo długich. W rolnictwie, do którego wkroczyła już robotyzacja i stosuje się w nim obecnie skomplikowane, elektroniczne systemy sterowania procesami produkcji, ważna jest również ocena wskaźnika przeciętnej częstości przerw krótkich (MAIFI). Przerwy te bowiem działają destrukcyjnie na stosowane systemy automatyki.

Dla podejmowania właściwych decyzji bezpośrednio dotyczących stosowanych w instalacjach technologii najistotniejsze są dwa czynniki wymienione powyżej jako 5) i 6). Są to: dostępność modeli zastosowań OZE w rolnictwie opracowanych na podstawie wyników analiz cyklu życia (LCA) zarówno produktów rolniczych, jak też źródeł energii oraz aspekty ekonomiczne, o których decyduje analiza porównawcza opłacalności budowy i eksploatacji wybranej technologii.

W analizach LCA znane są metody, które umożliwiają ocenę wpływu na środowisko z zastosowaniem dwóch rodzajów podejść:

- zorientowane na problem (tzw. metoda punktów środkowych) – np. wpływ na zmianę klimatu, eutrofizacja wód, zużycie paliw kopalnych;
- zorientowane na szkody (tzw. metoda punktów końcowych) – wpływ na zdrowie ludzkie, na ekosystemy.

Niezależnie od wybranej metody, LCA pozwala na identyfikowanie słabych punktów produktu bądź procesu, co ułatwia podejmowanie decyzji, który obszar technologii wymaga udoskonalenia. Dlatego narzędzie, którym jest LCA, jest stosowane w celu określenia nowych obszarów badań i doskonalenia produkcji, co przekłada się na większą innowacyjność producenta.

Jednocześnie LCA jest elastycznym narzędziem, w którym możliwe jest dodawanie nowych metod, w zależności od potrzeb badacza. LCA dopuszcza tworzenie i stosowanie nowych metod oceny wpływu na środowisko pod warunkiem spełnienia wytycznych norm ISO serii 14 040.

Ponadto LCA może być podstawą do przygotowywania deklaracji środowiskowych, według wytycznych norm ISO serii 14 020. Deklaracje środowiskowe pro-

duktów ułatwiają podjęcie decyzji, który produkt lub technologia wywiera mniejszy negatywny wpływ na środowisko poprzez tzw. znakowanie ekologiczne będące w wielu krajach istotnym instrumentem zarządzania środowiskowego. Znakowanie może określać ekologiczne aspekty jakości jako pozytywne lub negatywne.

W związku z powyższym konieczne jest podjęcie bardziej szczegółowych prac dotyczących kierunku przemian technologicznych w polskim rolnictwie, który mógłby służyć wypracowaniu strategii w zakresie zmniejszania presji rolnictwa na środowisko poprzez sanitację obszarów wiejskich. Wyniki tych prac powinny również służyć zwiększeniu świadomości społeczeństwa dotyczącej ochrony środowiska, jak również zapoznawaniu rolników z możliwościami inwestycyjnymi w tym zakresie. Powinny również być materiałem informacyjnym o możliwym kierunku przemian technologicznych w polskim rolnictwie i służyć wypracowaniu strategii oraz dokumentów operacyjnych w zakresie zmniejszania presji rolnictwa na środowisko. Podkreślając rolę tej strategii, można przewidywać, że w dalszej perspektywie rozwój prosumenckich instalacji OZE należy również łączyć z elementami strategii związanej z tzw. elektromobilnością. Elektromobilność w rolnictwie postrzega się w aspekcie poprawy bezpieczeństwa energetycznego, które realizowane jest poprzez technologie umożliwiające poprawę jakości powietrza. W tym przypadku, odmiennie niż w elektromobilności opartej na konwencjonalnej energetyce, byłaby ona oparta na tzw. zielonej energii.

Cele te nie zawsze można realizować poprzez zastosowanie znanych modeli biznesowych i technologicznych. Stałe zwiększanie wiedzy w tym zakresie wymaga zbudowania nowych modeli bazujących na innowacyjnych technologiach, które w dalszej perspektywie umożliwią rozwój sektorów gospodarki z nimi związanych. Za przykład mogą tu posłużyć badania wykonywane w ramach analiz ekonomicznych przez SZLACHTĘ i DWORACZYKA [2017], którzy przedstawili wyniki analizy opłacalności budowy i użytkowania dwóch różnych mikrobiogazowni dla gospodarstwa o obsadzie krów 100 DJP. W wariantcie pierwszym stosowano tylko gnojowicę, natomiast w drugim gnojowicę z dodatkiem kiszonki z kukurydzy w proporcji 40:60. Mimo że w drugim wariantcie uzyskano czterokrotnie większą produkcję biogazu niż w pierwszym, bardziej ekonomiczny okazał się wariant pierwszy, w którym uzyskano zysk operacyjny 47 952 zł, natomiast dla wariantu drugiego odnotowano stratę 93 201 zł.

Dotychczas nieznane są również efekty synergiczne wynikające ze stosowania wieloźródłowych instalacji OZE w gospodarstwach rolnych, takich jak biogazownie, dachy pokryte panelami fotowoltaicznymi, kolektorami cieczowymi, instalacje pomp ciepła itp. Poszukiwanie synergicznych oddziaływań między wieloźródłowymi instalacjami bioenergetycznymi, ich identyfikacja i szacowanie ilościowe może przyczynić się do lepszego wykorzystania tych instalacji. Nieznaczną poprawa wydajności może przynieść znaczne korzyści na skutek efektu skali.

Efekty synergiczne mogą przyczynić się również do całkiem nowego podejścia do projektowania samodzielnych, pozasieciowych układów bioenergetycznych

oraz systemów współpracujących z architekturą. Według KRZYŻANOWSKIEGO [1994] poziom efektu synergicznego określa różnica między łącznym efektem działania zbioru przedmiotów, między którymi zachodzi współdziałanie, a sumą efektów jednostkowych, które mogłyby osiągnąć te przedmioty, działając w pojedynkę (tj. bez współdziałania).

TECHNOLOGIE DO BUDOWY INSTALACJI PROSUMENCKICH W GOSPODARSTWACH ROLNYCH WYKORZYSTUJĄCYCH GNOJOWICĘ ORAZ PODAWANE W FORMIE PŁYNNEJ DODATKI

- **Przetwarzanie substratów w instalacjach typowych dla biogazowania wielosubstratowych mieszanin fermentacyjnych z udziałem biomasy stałej**

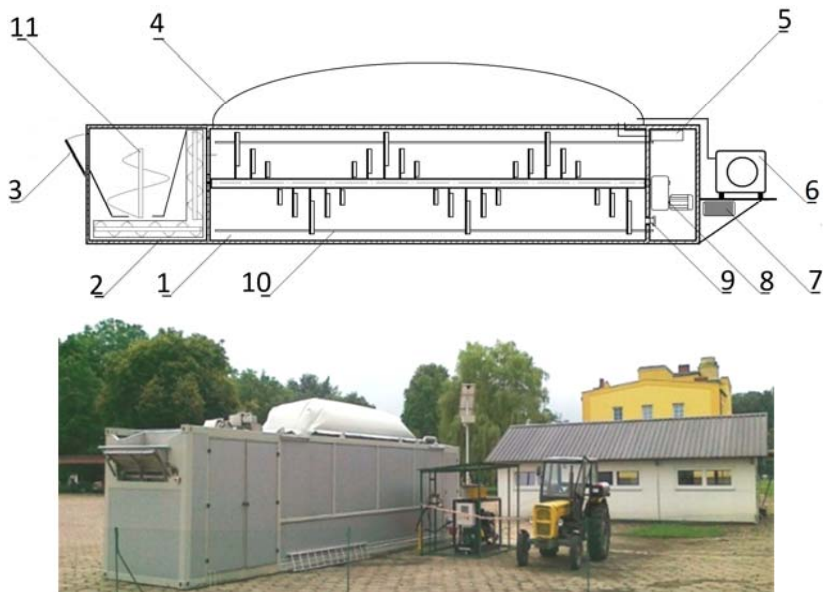
Gnojowica z chowu zwierząt gospodarskich jest zwykle wykorzystywana jako substrat upłynniający i jednocześnie inokulujący, czyli wprowadzający do fermentatora drobnoustroje odpowiedzialne za proces fermentacji metanowej. W biogazowniach wielosubstratowych (fot. 1, rys. 1) do gnojowicy dodaje się, jako wsad zagęszczający, tzw. kosubstraty, czyli biomasę, której zadaniem jest zwiększenie produkcji biogazu, ale która nie fermentuje samodzielnie, wymaga bowiem inokulacji. Ze względu na wysoką wydajność jako substrat zagęszczający najczęściej stosowana jest kiszonka z kukurydzy.

Na rynku projektowania, budowy i eksploatacji dużych instalacji biogazowych działa w Polsce wiele firm. Oferują one gotowe projekty oraz wyposażenie do budowy obiektów w zakresie mocy od 250 kWe do kilku megawatów. Wiele działających w kraju i zagranicą dużych biogazowni rolniczych umożliwia ciągłe doskonalenie istniejących technologii, metod eksploatacji oraz urządzeń do ich wyposażenia. Z budową i eksploatacją tego typu instalacji są jednak związane wysokie



Fot. 1. Fermentator biogazowni wielosubstratowej (fot. A. Myczko)

Phot. 1. Multi-substrate biogas plant fermenter (photo A. Myczko)



Rys. 1. Mikrobiogazownia kontenerowa z dozownikiem biomasy stałej; 1 = komora fermentacyjna; 2 = zbiornik dozująco-przyjęciowy; 3 = opuszczany właz; 4 = zbiornik na biogaz; 5 = zbiornik bakterii odsiarczających wraz z aplikatorem tlenu; 6 = agregat kogeneracyjny; 7 = wymiennik ciepła; 8 = napęd mieszadła; 9 = spust pofermentu; 10 = rury grzewcze; 11 = komora mieszająca; źródło: opracowanie T. Kołodziejczyk, A. Myczko

Fig. 1. A container biogas plant with a solid biomass dispenser; 1 = fermentation chamber; 2 = dosing-receiving tank; 3 = leaving hatch; 4 = biogas tank; 5 = tank desulfurizing bacteria with an oxygen applicator; 6 = cogeneration unit; 7 = heat exchanger; 8 = agitator drive; 9 = digestate dispersion; 10 = heating pipes; 11 = mixing chamber; source: study by T. Kołodziejczyk, A. Myczko

koszty. Koszty te nie zmniejszają się proporcjonalnie, wraz ze zmniejszeniem wielkości i wydajności biogazowni. Z tego powodu opłacalność produkcji energii w takich instalacjach uzależniona jest od poziomu dofinansowania budżetowego.

- **Zastosowanie instalacji z fermentatorami specjalnie przystosowanymi do biogazowania substratów płynnych lub monosubstratów**

Jak już wspomniano wcześniej, mimo mniejszej wydajności, biogazowanie gnojowicy w instalacji monosubstratowej jest bardziej opłacalne [SZLACHTA, DWORACZYK 2017].

Niewielka jest jednak wiedza dotycząca budowy takich instalacji. Działających instalacji monosubstratowych w Polsce jest zaledwie kilka i są to głównie instalacje pilotażowe. Jedna z nich, wyposażona w fermentator zaopatrzonego w system membranowy służy do zagospodarowania odpadów z produkcji etanolu, w innej przerabia się serwatkę. Również w innych krajach europejskich wśród biogazowni rolniczych dominują przede wszystkim instalacje duże, o mocy ponad 0,5 kWe. Na polskim rynku dostępne są małe instalacje, znane pod nazwą „microferm”, ich pro-

ducent oferuje monosubstratowe reaktory do fermentacji metanowej gnojowicy o pojemności od 60 do 180 m³. Reaktory te lokalizuje się przy oborze lub chlewni między budynkiem inwentarskim a zbiornikiem na poferment. Z pojemności czynnej reaktora biogazowego 120 m³ powinno uzyskać się ok. 30–60 kWe. Hermetyczna budowa fermentatora uniemożliwia jednak ocenę zastosowanych tam rozwiązań technicznych, a dane z materiałów marketingowych są niespójne.

Na etapie budowy instalacji pilotażowych znajdują się również dwie instalacje zaprojektowane przez Zakład Odnawialnych Źródeł Energii Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego. Pierwsza instalacja (fot. 2, 3) realizowana jest w ramach projektu Badawczego Biostrateg – 1 „Interdyscyplinarne badania nad poprawą



Fot. 2. Fermentator zaprojektowany w ITP (fot. zbiory Zakładu OZE/ITP)

Phot. 2. Biogas fermentator designed in ITP (photo: ZOZE/ITP)



Fot. 3. Model 3D biogazowni zrealizowanej w ramach programu Biostrateg1 projekt Biogas&EE (fot. zbiory Zakładu OZE/ITP)

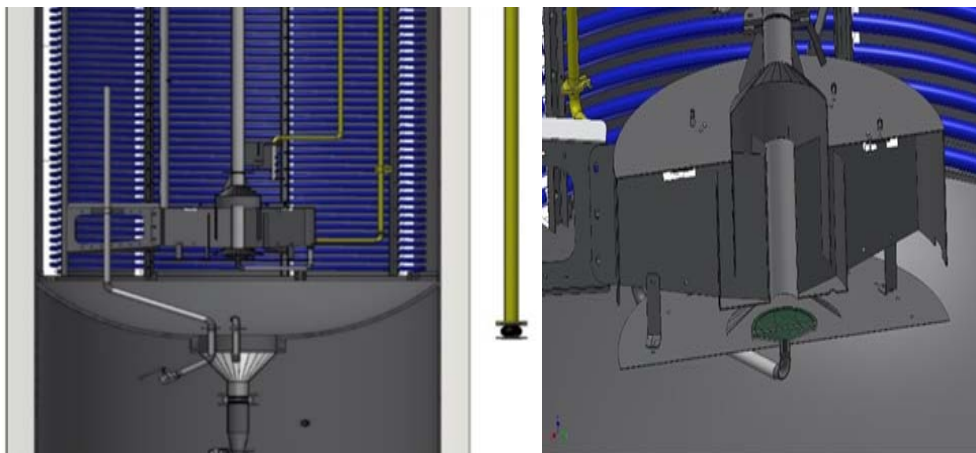
Phot. 3. 3D model of a biogas plant implemented under the project Biostrateg1, Biogas & EE (photo: ZOZE/ITP)

efektywności energetycznej oraz zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym polskiego rolnictwa – Biogaz i EE”, który koordynowany jest przez Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki w Grodźcu Śląskim. Druga powstaje w ramach realizacji programu Biostrateg – 2 „Opracowanie innowacyjnych technologii kompleksowej utylizacji odpadów generowanych w trakcie tuczu trzody chlewnej – Komp-Utyl”, koordynowanego przez Politechnikę Wrocławską.

Pierwsza instalacja składa się z następujących zespołów:

- 1) zbiornik procesowy – fermentator wypełniony złożem adhezyjnym utworzonym przez drobnoustroje tworzące trwałe, cienkie warstwy, które można zdefiniować jako biofilm;
- 2) układ zasilania fermentatora biomasą;
- 3) układy mieszania wsadu (hydrauliczny i pneumatyczny);
- 4) układ spustowy pofermentu;
- 5) układ ścieżki gazowej;
- 6) układ grzewczy fermentatora;
- 7) układ oczyszczania biogazu;
- 8) układ kogeneracyjny;
- 9) układ automatycznego sterowania instalacją.

W drugiej instalacji zrezygnowano z wypełnienia reaktora złożem adhezyjnym oraz zastosowanego hydraulicznego i pneumatycznego mieszania wsadu. System ten zastąpiono pompą hybrydową według patentu ITP [MYCZKO, SAWIŃSKI 2017], której rolą jest mieszanie zawartości fermentatora surowym biogazem oraz fermentującą biomasą (system pneumatyczno-hydrauliczny) – rysunek 2.



Rys. 2. Model 3D pompy hybrydowej do mieszania zawartości fermentatora według patentu ITP; źródło: materiały niepublikowane MEGA Bełżyce [2018]

Fig. 2. 3D model of a hybrid pump for mixing the biomass in fermentor – according to the ITP patent; source: unpublished materials MEGA Bełżyce [2018]

Zbiornik procesowy – fermentator wraz z wyposażeniem umożliwia prowadzenie procesu fermentacji, jego kontrolę i regulację. Jest zaprojektowany w układzie pionowym na czterech podporach. Wewnątrz zbiornika znajduje się opracowana w ITP O. Poznań pompa hybrydowa służąca do zapewnienia cyrkulacji fermentującej masy w zbiorniku oraz pomocniczego mieszania zawartości fermentatora biogazem. Jest ona zamontowana centralnie względem osi układu. Na wewnętrznej ścianie zbiornika znajduje się spirala grzewcza w postaci rury z tworzywa sztucznego. Czynnikiem grzewczym jest ciepła woda pobierana z wymiennika ciepła umieszczonego przy kogeneratorze. Szczelność układu zapewnia pokrywa zamykająca fermentator wraz z elementem uszczelniającym. Zbiornik można napełniać biomasą od góry, co zapewni kierunkowe przemieszczanie frakcji biofermentu przez cały układ.

Zastosowany system mieszania biomasy zapewnia ujednorodnienie składu i temperatury biofermentu, jak również dostarczenie określonych składników wspomagających jakościowo proces fermentacji. W górnej części zbiornika zamontowano wizjer kontrolny gwarantujący możliwość obserwacji jakości zjawisk zachodzących w górnej warstwie substratu.

Istotnym elementem fermentatora jest pomiar poziomu i temperatury masy fermentującej (wewnątrz zbiornika umieszczono czujniki poziomu i temperatury). Część walcowa, dno i pokrywa zbiornika wraz z instalacją sterującą procesem są ocieplone. W pobliżu pokrywy, w ścianie zbiornika znajduje się zawór zabezpieczający fermentator przed nadmiernym wzrostem ciśnienia.

Zbiornik wyposażony jest dodatkowo w czujnik ciśnienia oraz drabinę pionową z pałąkiem ochronnym i barierką na pokrywie. Czujnik ciśnienia jest zamontowany w bezpiecznej odległości nad przewidywanym górnym poziomem substratu i wskazuje wartość ciśnienia biogazu w fermentatorze (wartość ta winna być rejestrowana).

Układ zasilania fermentatora biomasą składa się z następujących elementów:

- zbiornika wstępnego – służy do gromadzenia, przygotowania zaplanowanej dawki biomasy, wyposażony jest w pływakowy czujnik poziomu płynnej biomasy, mieszadło i pompę zasilającą fermentator;
- mieszadła – ujednorodnia wsad i włącza się w określonym czasie przed pompą;
- zbiornika biomasy płynnej – stanowi zapas technologiczny biomasy, może być nim kanał podrusztowy w budynku inwentarskim; oba zbiorniki połączone są z fermentatorem łącznikiem rurowym wyposażonym w pompę;
- zbiornika biomasy gęstszej – służy do gromadzenia biomasy, którą planuje się dodawać w określonych proporcjach do zbiornika wstępnego.

Cały układ pracuje w cyklu automatycznym w funkcji czasu – pompa kilka razy na dobę przetłacza świeżo pozyskany biogaz przez substrat (gdy układy napełniania i spustu są wyłączone). Główne elementy instalacji gazowej zabezpieczono przerywaczami płomienia. Układ uzdatniania–oczyszczania biogazu składa się z dwu odsiarczalników i odwadniacza biogazu, połączonych łącznikiem rurowym (od fermentatora do zbiornika biogazu).

ZAGOSPODAROWANIE POFERMENTU

Zgodnie z ustawą o nawozach i nawożeniu [2007] masa pofermentacyjna pod względem zawartości materii organicznej spełnia kryteria stawiane nawozom organicznym. Nawożenie pofermentem, nazywanym niekiedy dygestatem [WĘGLARZY, PODKÓWKA 2010], pozytywnie wpływa na właściwości gleb. Zawiera on bowiem substancje pokarmowe w formach mineralnych, które są łatwo dostępne dla roślin. MYSTKOWSKI [2015] podaje, że forma amonowa ($N-NH_4$) w pofermencie stanowi nawet ok. 80% azotu ogólnego, podczas gdy w oborniku udział ten wynosi ok. 10–15%. Jest to forma, którą rośliny pobierają bezpośrednio i wbudowują w związki organiczne, zwiększając efekt plonotwórczy w porównaniu z obornikiem lub gnojowicą. W procesie plonotwórczym, w warunkach nawożenia upraw pofermentem, pomijany jest więc etap działania mikroorganizmów glebowych. Amonowe formy pofermentu stosowanego do nawożenia upraw ograniczają również proces eutrofizacji, a więc korzystnie działają na organizmy żyjące w zbiornikach wodnych.

Rolnicze zagospodarowanie pofermentu musi spełniać wymogi wynikające z „Ustawy o nawozach i nawożeniu” [2007]. Przede wszystkim obowiązuje ograniczenie dawki azotu wprowadzanego w nawozach naturalnych w ciągu roku do $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ponieważ do fermentacji w reaktorach monosubstratowych z założenia stosuje się gnojowicę (w niektórych tylko przypadkach stosuje się dodatek pozostałości poprodukcyjnych z przetwórstwa produktów spożywczych nie będących odpadem, np. pozostałości po produkcji alkoholu, serwatka), to masę pofermentacyjną należy uznać za bezpieczny i wartościowy nawóz organiczny.

Substancje powstające podczas beztlenowego rozkładu gnojowicy i odpadów roślinnych pochodzących z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego ustawodawca wyłączył z większości badań i ograniczeń, które obowiązują odpady pofermentacyjne przed zastosowaniem na polach. Generalnie, właściciel biogazowni stosujący poferment do nawożenia upraw polowych jest zobowiązany do rozprowadzania nawozu tylko do głębokości 30 cm i równomiernie na całej powierzchni gleby oraz stosowania zasad odnoszących się do nawozów naturalnych określonych w „Ustawie o nawozach i nawożeniu” [2007]. Rozporządzenie MRiRW... [2008] nakłada obowiązek przeprowadzania badań nawozów organicznych pod kątem ich przydatności do nawożenia gleb i roślin przez co najmniej jeden sezon wegetacyjny. Jeżeli jednak w wyniku badań fizycznych, fizykochemicznych, chemicznych lub biologicznych oraz na podstawie przedłożonej technologii produkcji i informacji o surowcach zastosowanych do biogazowania stwierdzono, że poferment ten będzie przydatny do nawożenia lub rekultywacji gleb, badania takie nie są wymagane.

Dobierając dodatkowe substraty wspomagające metanową fermentację gnojowicy, należy wyeliminować te, które mogłyby zawierać metale ciężkie. Poferment może być stosowany na gruntach ornych pod wszystkie rośliny uprawy polowej (zboża, kukurydza, rzepak, rośliny pastewne i przemysłowe) w dawkach 20–30

$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ na oziminy i $30\text{--}40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ na uprawy jare. MYSTKOWSKI [2015] podaje, że jeżeli biogazownia posiada do zagospodarowania określoną ilość pofermentu rocznie, to w badaniach określa się zawartość azotu w pofermencie i jeżeli jest ona równa $5 \text{ kg} \cdot \text{Mg}^{-1}$, to na hektar użytków rolnych można zastosować maksymalnie 34 Mg pofermentu ($170:5 = 34 \cdot 1000 = 34\ 000 \text{ kg}$). Autor zaleca również stosowanie przedsięwzięcia pofermentu, poprzez rozprowadzanie na polu za pomocą rozlewarczy wyposażonych w węże rozlewowe, płytki rozbryzgowo lub aplikatory doglebowe. Ze względów rolniczych punktu widzenia podstawowym kierunkiem zagospodarowania masy pofermentacyjnej powinno być stosowanie jej w celach nawozowych.

Ze względu na małą zawartość suchej masy w masie pofermentacyjnej (3–10%) w celu zmniejszenia objętości zbiorników (lagun) potrzebnych do magazynowania możliwe jest separowanie stałych cząstek masy pofermentacyjnej od frakcji ciekłej na wirówkach lub prasach odwadniających. Uzyskuje się wtedy ok. 30% suchej masy we frakcji stałej oraz ciecz technologiczną wykorzystywaną do rozcieńczania substratów lub jako ciecz nawozową. Stosowanie takiej frakcji na gleby zwiększa ich pojemność wodną ze względu na dużą zawartość chłonnej ligniny oraz zawartość materii organicznej. Frakcja ciekła zawiera natomiast znaczne ilości rozpuszczalnych form azotu, fosforu i potasu.

Po odwodnieniu frakcja stała może być zastosowana bezpośrednio do nawożenia, jako chłonna ściółka w boksach legowiskowych krów lub można ją poddać peletyzacji lub zbrykietować. Peletyzacja wymaga dodatkowego nakładu energii na suszenie masy pofermentacyjnej. Można do tego celu wykorzystać ciepło otrzymywane z wymiennika spalin agregatu kogeneracyjnego, a pelet wykorzystać jako nawóz ogrodniczy lub do celów opałowych. Mniej energochłonnym procesem jest brykietowanie pofermentu [MYCZKO i in. 2014]. Podczas testowania technologii brykietowania uzyskano brykiety (fot. 4) z pofermentu świńskiego, którego wilgotność wynosiła 30%.



Fot. 4. Brykietarka jednogłowicowa oraz brykiet wykonany z pofermentu o wilgotności ok. 30% (fot. zbiory Zakładu OZE/ITP)

Phot. 4. Briquetting machine and briquette from digestate with a humidity of approx. 30% (photo: ZOZE / ITP)

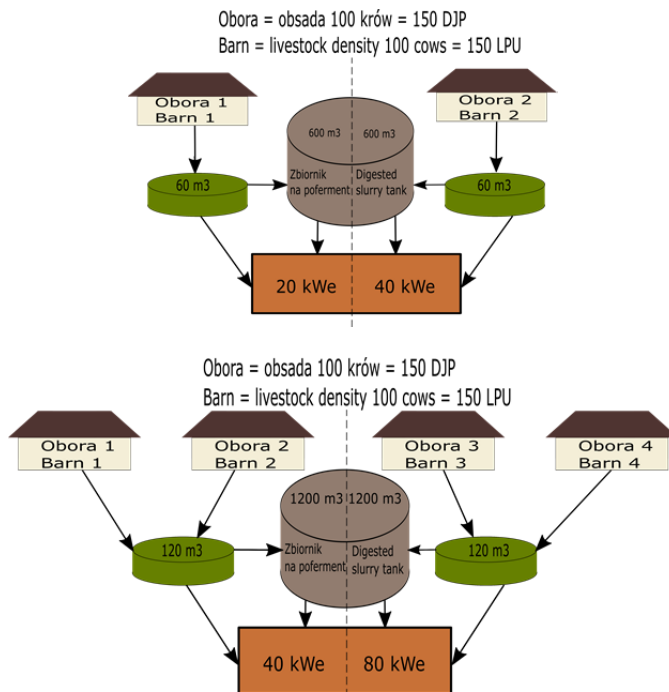
DYSKUSJA

Opracowana technologia przeznaczona jest dla odbiorców docelowych, czyli rolników i firm zajmujących się chowem i hodowlą, przede wszystkim trzody chlewnej i bydła. Rozporządzenie RM... [2010] dokonuje podziału instalacji do hodowli zwierząt, dla których wymagane jest uzyskanie decyzji środowiskowej. Chów lub hodowla zwierząt, w liczbie nie mniejszej niż 60 dużych jednostek przeliczeniowych inwentarza (DJP) oraz 40 DJP (jeśli znajduje się mniej niż 100 m od terenów objętych ochroną lub zurbanizowanych), są zaliczane do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko. Natomiast chów lub hodowla zwierząt, w liczbie nie mniejszej niż 210 DJP, są zaliczane do przedsięwzięć zawsze znacząco oddziaływających na środowisko. Jest to następstwem wejścia w życie rozporządzenia (WE) nr 166/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady, które wprowadziło dla prowadzących instalacje, wymienione w Załączniku I do rozporządzenia, obowiązek sprawozdawczości w przypadku instalacji do intensywnego chowu lub hodowli drobiu lub świń. Chów lub hodowla drobiu lub świń o więcej niż: 40 000 stanowisk dla drobiu, 2000 stanowisk dla świń (ponad 30 kg) oraz 750 stanowisk dla macior wymaga pozwolenia zintegrowanego. Otrzymanie takiego pozwolenia oznacza konieczność utrzymania wszelkich standardów środowiskowych (nie tylko emisji gazowych). Zobowiązuje to właścicieli tych instalacji do wdrożenia najlepszych dostępnych technik (ang. best available technology – BAT) opisanych w dokumencie referencyjnym „Integrated pollution prevention and control – IPPC” [AGRORISKS 2007]. Są one najbardziej efektywne oraz zaawansowane poziomem rozwoju technologii, umożliwiają eliminowanie emisji lub, jeżeli nie jest to praktycznie możliwe, ograniczanie emisji i wpływu na środowisko. W przypadku ferm świń wdrażanie technik opisanych w dokumencie BAT jest kosztowne. Wiąże się najczęściej z przebudową oraz modernizacją pomieszczeń i wyposażenia budynków dla zwierząt. Bardziej ekonomiczne może okazać się wdrożenie opłacalnej ekonomicznie technologii zagospodarowania odchodów zwierzęcych poprzez poddanie ich fermentacji metanowej. Umożliwia to osiągnięcie zarówno efektu ograniczenia emisji gazowych, jak również pozostałych czynników odpowiedzialnych za presję środowiskową. Pozwoliłoby to częściowo ograniczyć zagrożenia związane z produkcją, magazynowaniem i zagospodarowaniem odchodów zwierzęcych oraz obrotem nawozami organicznymi. Magazynowanie gnojowicy mogłoby być praktycznie wyeliminowane lub zminimalizowane. Obniżyłoby to również koszty inwestycyjne budynków inwentarskich na etapie ich budowy.

Oceniając skalę przyszłych zastosowań opracowanej technologii, można oprzeć się na aktualne obowiązujących rozporządzeniach, które określają dopuszczalne stężenie zanieczyszczeń gazowych, po przekroczeniu których naliczane są dodatkowe opłaty [Obwieszczenie MŚ 2012]. Zgodnie z rozporządzeniem (WE) Nr 166/2006, jednostki te nie mogą przekroczyć wartości progowej amoniaku $10\ 000\ \text{kg}\cdot\text{r}^{-1}$ uwolnień do powietrza oraz metanu $100\ 000\ \text{kg}\cdot\text{r}^{-1}$. Ferma świń o obsadzie

210 DJP macior, po przeliczeniu DJP na sztuki fizyczne to 600 sztuk (mnożnik dla macior: 1 szt. = 0,35 DJP). Zgodnie z ustaleniami w rozporządzeniu, DJP dziennie emituje 28 g amoniaku, zaś metanu 165 g. Mnożąc te wyniki przez liczbę jednostek dużych (210 DJP) i liczbę dni w roku, uzyskuje się wielkość emisji z tych obiektów. Po przeliczeniu roczna emisja w przypadku 210 DJP loch wynosi: 2,146 Mg amoniaku, 12,65 Mg metanu, 0,077 Mg siarkowodoru i 0,996 Mg tlenu azotu(I), tzw. podtlenu azotu.

Na stronach internetowych Ministerstwa Środowiska publikowane są, w rozbięciu na województwa, farmy, które uzyskały pozwolenie zintegrowane. Jest ich ponad 1200. Kierując się nazwami ferm, można przyjąć, że ok. 800 prowadzi produkcję drobiarską, a ok. 400 – trzody chlewnej. Uśredniając, można szacować, że przeciętna obsada farmy trzody chlewnej wynosi 6 tys. tuczników i 1 tys. macior. Oznacza to, że farmy prowadzące intensywny chów trzody chlewnej mają obsadę 2 800 tys. szt. (10 994 tys. szt. w 2013 r.), co stanowi ok. 25% całkowitego pogłowia trzody chlewnej. Natomiast 75% pogłowia można zaliczyć do grupy, w odniesieniu do której można zastosować opisaną w artykule technologię sanitacji gnojowicy, np. według schematów umieszczonych na rysunku 3.



Rys. 3. Schematy blokowe rozmieszczenia fermentatorów wspólnie wykorzystujących układ ścieżki gazowej i kogeneracji; źródło: zbiory Zakładu OZE/ITP

Fig. 3. Diagrams of the distribution of fermenters using of the gas path and cogeneration; source: ZOZE / ITP

W Polsce roczna emisja metanu i amoniaku z produkcji trzody chlewnej wynosi odpowiednio 82,66 Gg i 54,2 Gg [KOBIZE 2014] i potencjalnie może zostać obniżona do 62 Gg w przypadku metanu i 40,7 Gg – amoniaku.

Podobne obliczenia można wykonać w odniesieniu do chowu i hodowli bydła. Wartości te obrazują, jak duży jest potencjał ograniczenia szkodliwego wpływu produkcji zwierzęcej na środowisko. Podsumowując, można więc stwierdzić, że każda technologia umożliwiająca ograniczenie lub wyeliminowanie zagrożeń wywoływanych tymi czynnikami powinna być potraktowana jako zalecana dla poprawy stanu środowiska, zwłaszcza lokalnego, na które negatywna presja produkcji zwierzęcej jest większa niż oceniana w skali globalnej.

WNIOSKI

1. Innowacyjność opracowanego w ITP rozwiązania polega na wprowadzeniu do fermentatora monosubstratowego niestosowanych dotychczas elementów konstrukcyjnych, które umożliwiają:

- dobór instalacji do wielkości fermy ze względu na modułową budowę,
- przyspieszenie tempa fermentacji poprzez wprowadzenie hydrauliczno-pneumatycznego systemu mieszania zawartości fermentatora,
- ograniczenie wyplukiwania mikroorganizmów poprzez wprowadzenie złoża adhezyjnego.

2. Fermentowanie samej gnojowicy od zwierząt inwentarskich w instalacjach monosubstratowych może być uzasadnione ekonomicznie oraz być bardziej opłacalne od produkcji biogazu w tradycyjnym ujęciu, czyli w proporcjach gnojowicy do kiszonki z kukurydzy, jak 40:60%.

3. Gospodarstwa rolne zajmując się chowem trzody chlewnej lub bydła – stosując technologię biogazowania gnojowicy w monosubstratowym reaktorze – mogą ograniczyć zagrożenia środowiskowe wynikające z produkcji, magazynowania i zagospodarowania odchodów zwierzęcych.

Podziękowanie

Praca zrealizowana w ramach projektu pt. „Opracowanie innowacyjnych technologii kompleksowej utylizacji odpadów generowanych w trakcie tuczu trzody chlewnej” finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu BIOSTRATEG, umowa nr BIOSTRATEG2/298357/8/NCBR/2016 z dnia 18.05.2016 r.

BIBLIOGRAFIA

AGRORISK 2007. Dokument referencyjny o najlepszych dostępnych technikach dla intensywnego chowu drobiu i świń – Zintegrowane Zapobieganie i Kontrola Zanieczyszczeń (IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control) [Best Available Techniques (BAT) Reference

- Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs – Integrated Pollution Prevention and Control]. Tłumaczenie sieci naukowej AGRORISKS. Warszawa. IBMER. ISBN 978-8-389801-93-7 ss. 341.
- DEUBLEIN D., STEINHAUSER A. 2008. Biogas from waste and renewable resources: An introduction. Weinheim. Germany. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN 978-3-527-31841-4 ss. 450.
- FOWLER D., PITCARIN C.E.R., SUTTON M.A., FLECHARD C., LOUBERT B., COYLE M., MUNRO R.C. 1998. The mass budget of atmospheric ammonia in woodland within 1 km of livestock buildings. *Environmental Pollution*. Vol. 102. Iss. 1. Suppl. 1 s. 343–348.
- GNUTEK Z. 2011. Wybrane aspekty użytkowania energii w rolnictwie [Selected aspects of energy use in agriculture]. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9 (134) s. 49–56.
- KOBIZE 2014. Poland's National Inventory Report 2014. Greenhouse Gas Inventory for 1988–2012 Submission under the UN Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol [online]. Warszawa. [Dostęp 25.11.2018]. Dostępny w Internecie: http://www.kobize.pl/materialy/Inwentaryzacje_krajowe/2014/NIR-2014-PL-v1.3.pdf
- KRZYŻANOWSKI L. 1994. Podstawy nauk o organizacji i zarządzaniu [Fundamentals of organization and management sciences]. Wyd. II. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 830111469X ss. 328.
- KWAŚNY J., BANACH M., KOWALSKI Z. 2012. Przegląd technologii produkcji biogazu różnego pochodzenia [Technologies of biogas production from different sources – a review]. *Czasopismo Techniczne*. *Chemia*. Z. 17 s. 83–102.
- MG 2015. Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej [National Programme for the Reduction of Emissions]. Projekt wersja z 4 sierpnia 2015. Warszawa. Ministerstwo Gospodarki ss. 168.
- MYCZKO A., SAWIŃSKI R. 2017. Pompa do podnoszenia cieczy, korzystnie z dodatkiem cząstek stałych, za pomocą czynnika roboczego w postaci gazu lub powietrza [Pump for lifting liquids, favourably with addition of solid particles, by means of a working medium in the form of gas or air]. Zgłoszenie patentowe nr P.416965 Urząd Patentowy RP. Data publikacji 2017-11-06.
- MYCZKO A., WAWRZYŃIAK A., PAJZDERSKI P., BUTLEWSKI K. 2014. Raport nr 1/JWTS/2014 z weryfikacji technologii BRYKIECIARKA BIOMASSER® [Report no. 1/JWTS/2014 System for producing briquettes from biomass BIOMASSER® briquetting machines]. JWTS ITP/o Poznań ss. 6.
- MYSTKOWSKI E. 2015. Poferment dla rolnictwa [Digestate for agriculture]. *Rolnicze ABC*. Nr 9 (300) s. 18–19.
- OBRYCKA E. 2014. Korzyści społeczne i ekonomiczne budowy biogazowni rolniczych [Social and economic benefits from building agricultural biogas plants]. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*. Nr 107 s. 163–176.
- Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 10 września 2012 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2013. MP 2012 poz. 766.
- Rozporządzenie (WE) nr 166/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 stycznia 2006 r. w sprawie ustanowienia Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń i zmieniające dyrektywę Rady 91/689/EWG i 96/61/WE.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Dz.U. 2008. Nr 119 poz. 765 z późn. zm.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Dz.U. 2010. Nr 213 poz. 1397 z późn. zm.
- SZLACHTA J., DWORACZYK K. 2017. Analiza porównawcza opłacalności budowy i użytkowania mikrobiogazowni rolniczej w odniesieniu do gospodarstwa o obsadzie 100 DJP [Comparative ana-

lysis of the profitability of construction and use mikrobiogas plants for the agricultural farm of the holder 100 LU]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Z. 3 (97) s. 83–99.

Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz.U. 2007. Nr 147 poz. 1033 z późn. zm.

WĘGLARZY K., PODKÓWKA W. 2010. Agrobiogazownia [Agricultural biogas plant]. Grodziec Śląski. Wydaw. Instytut Zootechniki – PIB. ISBN 978-83-7607-100-8 ss. 156.

*Andrzej MYCZKO, Robert SAWIŃSKI, Edyta WRZESIŃSKA-JĘDRUSIAK,
Łukasz ALESZCZYK, Barbara ŁASKA-ZIEJA*

PROSUMER BIOGAS INSTALLATIONS FOR THE SANITATION OF SLURRY AND POST-PRODUCTION RESIDUES FROM AGRICULTURAL

Key words: *digestate, prosumer biogas plants, sanitation of post-production leftovers, slurry sanitation*

S u m m a r y

The study discuss the role of prosumer installations in limiting environmental threats from farm, specifies the most important factors affecting the selection of biogas technology in an agricultural holding, presents solutions for installations with fermenters adapted for biogasification of liquid substrates or monosubstrates, and presents the possibilities of digestate management. Small prosumer biogas installations in agriculture should be used for methane fermentation of agricultural biomass, such as animal discharges and post-production residues from farms and processing in order to obtain electricity and heat, but most importantly sanitation of animal manure in order to reduce their pressure on environment. It has been shown that prosumer biogas installations are important tools in minimizing the pressure of animal production on natural environment.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. Andrzej Myczko, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Oddział w Poznaniu, ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań; e-mail: a.myczko@itp.edu.pl