

# Biogazownie rolnicze w kontekście uciążliwości zapachowej

## Agricultural biogas plants in the context of odour nuisance

Marta Wiśniewska\*)

**Słowa kluczowe:** biomasa, emisja odorantów, uciążliwość zapachowa

### Streszczenie

W pracy przedstawiono biogazownie rolnicze, stanowiące ważny element polityki energetycznej kraju. Skupiono się przede wszystkim na emisji odorów oraz uciążliwości zapachowej, będącej przyczyną skarg mieszkańców oraz protestów ludności przeciw nowo powstającym inwestycjom. Ponadto dokonano identyfikacji i charakterystyki źródeł emisji odorów, jak również zaproponowano metody zapobiegania i minimalizacji uciążliwości zapachowej.

**Keywords:** biomass, odour emission, odour nuisance

### Abstract

The paper presents agricultural biogas plants, which are an important element of the country's energy policy. The focus was primarily on odour emissions and odour nuisance, which are the cause of complaints from residents and protests of the public against newly constructed investments. Moreover, identification and characterization of odour emission sources was carried out, as well as methods of odour nuisance prevention and minimization were proposed.

## 1. Wstęp

Rozwój naukowo-techniczny, a tym samym rozwój przemysłu i motoryzacji spowodowały ogromny wzrost zużycia energii. Funkcjonowanie przede wszystkim struktur miejskich charakteryzuje się wysoką energochłonnością. Wykorzystywanie konwencjonalnych źródeł energii (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa) charakteryzuje się z jednej strony ogromną ingerencją w zasoby środowiska naturalnego, ale także znaczną emisją szkodliwych gazów do powietrza, przyczyniając się tym samym do powstawania smogu oraz efektu cieplarnianego [11].

Rozwój energii odnawialnej stanowi istotny element zrównoważonego rozwoju zarówno miast jak i wsi. Sposobem na zastąpienie paliw kopalnych są źródła energii odnawialnej, które pozwalają na zminimalizowanie niekorzystnych efektów środowiskowych i charakteryzują się ciągłą dostępnością. Jednym ze źródeł odnawialnych jest biogaz uzyskiwany m.in. z biomasy, głównie z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych w tzw. biogazowniach rolniczych [15].

## 2. Charakterystyka biogazowni rolniczych

Biogaz ujmowany podczas procesu fermentacji stanowi mieszaninę składającą się przede wszystkim z metanu ( $\text{CH}_4$ ) oraz ditlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ), ale także związków stanowiących znacznie mniejszy udział, jak: siarkowodor ( $\text{H}_2\text{S}$ ), azot ( $\text{N}_2$ ) i wodór ( $\text{H}_2$ ). Mieszanina ta jest produktem rozkładu substancji organicznej, zachodzącego przy udziale mikroorganizmów [7]. Podczas procesu fermentacji nawet 80% substancji organicznej zamieniana jest w biogaz. W tab. 1 przedstawiono typowy skład mieszaniny biogazu wg [16].

Tabela 1. Skład mieszaniny biogazu [16].

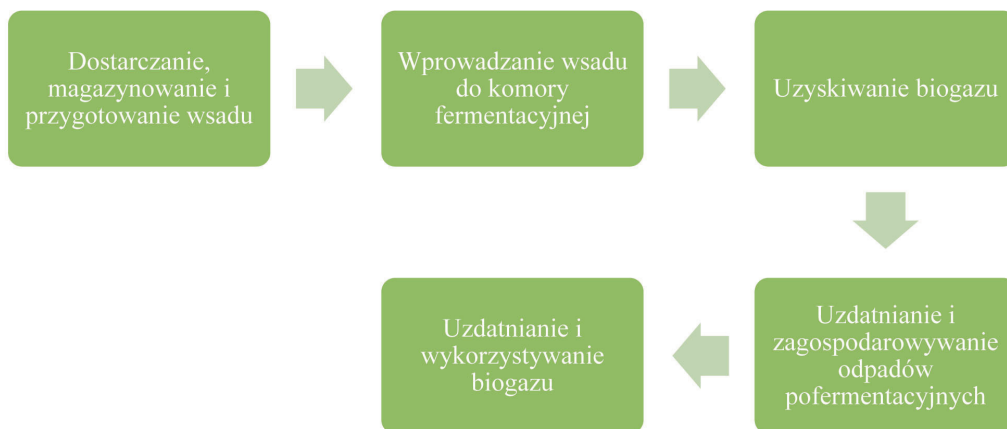
Table 1. Composition of the biogas mixture [16].

Lp.	Substancja	Zawartość
1.	Metan, $\text{CH}_4$	50-75%
2.	Ditlenek węgla, $\text{CO}_2$	25-45%
3.	Siarkowodor, $\text{H}_2\text{S}$	20-20 000 ppm
4.	Wodór, $\text{H}_2$	<1%
5.	Tlenek węgla, $\text{CO}$	0-2,1%
6.	Azot, $\text{N}_2$	<2%
7.	Tlen, $\text{O}_2$	<2%
8.	Inne	Ilości śladowe

Typowy ciąg technologiczny biogazowni rolniczej opiera się na pięciu podstawowych elementach, przedstawionych na rys. 1.

W biogazowniach rolniczych stosowany jest materiał wsadowy pochodzenia rolniczego bądź przemysłowego. W przypadku substratów rolniczych są to zazwyczaj odchody zwierzęce, uprawy energetyczne, odpady z hodowli roślin, trawy i inne odpady ogrodnicze, jak również resztki żywności. W drugim przypadku substrat stanowią odpady z przemysłu spożywczego, mleczarskiego, cukrowniczego, papierniczego, biochemicznego, mięsnego i kosmetycznego [1,3]. Najczęściej jednak w biogazowniach rolniczych przetwarzana jest gnojowica, stanowiąca mieszaninę kału i moczu zwierząt oraz wody. Skład gnojowicy uzależniony jest od rodzaju zwierząt, sposobu ich karmienia, jak również ilości zużywanej wody. W wyniku przetwarzania gnojowicy uzysk biogazu jest znacznie mniejszy niż w przypadku obróbki roślin energetycznych [6].

\*) Marta Wiśniewska, mgr inż. – Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, ul. Nowowiejska 20 00-653 Warszawa, marta.wisniewska@pw.edu.pl



Rys. 1. Ciąg technologiczny realizowany w biogazowniach rolniczych [1,16].  
Fig. 1. Process flowchart at agricultural biogas plants [1,16].

Istnieje wiele kierunków wykorzystania biogazu, tj.: wytwarzanie energii cieplnej w kotłach wykorzystujących gaz, produkcja energii elektrycznej oraz cieplnej przy użyciu jednostek skojarzonych, wytwarzanie paliwa przeznaczonego do silników samochodowych, zasilanie sieci gazu ziemnego, jak również w procesach technologicznych (np. produkcja metanolu) [8].

### 3. Oddziaływanie biogazowni na środowisko

Funkcjonowanie biogazowni rolniczych prowadzi do pozytywnego efektu ekologicznego, przede wszystkim ze względu na ograniczenie niekontrolowanej emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, ale także ze względu na zagospodarowanie produktów odpadowych czy odchodów, które są uciążliwe dla środowiska i trudne do zagospodarowania innymi metodami. Gnojowica zwierzęca jest źródłem emisji odorantów, czyli substancji wywołujących negatywne wrażenie węchowe, takich jak lotne związki organiczne (LZO), amoniak (NH<sub>3</sub>) czy siarkowodor (H<sub>2</sub>S) [14,19]. W przypadku bezpośredniego jej stosowania na polach uprawnych, stanowi źródło nieprzyjemnych zapachów. Proces stabilizacji beztlenowej, wskutek rozkładu materii organicznej, zmniejsza również możliwość wytwarzania odorów przez poferment [12]. Ponadto, podczas procesów prowadzonych w biogazowni, następuje produkcja naturalnego i ekologicznego nawozu na bazie pofermentu, który może zostać wykorzystany do poprawy uprawy roślin [10].

Oprócz wymienionych efektów o charakterze pozytywnym, biogazownie są również źródłem negatywnych oddziaływań, skutkujących uciążliwościami dla mieszkańców zamieszkujących obszary w pobliżu analizowanych inwestycji. Należy przy tym wymienić przede wszystkim emisję hałasu oraz odorów. Analiza skarg mieszkańców kierowanych do organów państwowych oraz analiza wyników badań ankietowych wskazują, iż ich główną przyczyną jest uciążliwość zapachowa, przyczyniająca się do pogorszenia samopoczucia oraz jakości życia [5,9].

Zgodnie z opracowaniem przez Departament Ochrony Środowiska i Klimatu w 2016 r. Kodeksem przeciwdziałania uciążliwościom zapachowym, do źródeł emisji odorów w biogazowniach rolniczych zalicza się:

- pojazdy dowożące substraty do procesu fermentacji,
- transport biomasy wewnątrz zakładu, zbiorniki i silosy przeznaczone do magazynowania substratów do fermentacji,
- halę przyjęć i urządzenia do wstępnej obróbki mechanicznej,
- komory fermentacyjne w przypadku wystąpienia awarii podzespołów,
- zbiorniki przeznaczone do magazynowania pofermentu,
- urządzenia służące do przetwarzania pofermentu – linia do odwadniania, suszenia i konfekcjonowania,

- nieprawidłowe odsiarczanie biogazu,
- zagospodarowanie bądź wykorzystanie pofermentu [2].

Na rys. 2 przedstawiono podajnik substratów stałych, znajdujący się w jednej z biogazowni rolniczych na obszarze Polski.



Rys. 2. Podajnik substratów stałych (fotografia własna).

Fig. 2. Feeder for solid substrates (own photography).

### 4. Działania zapobiegające i minimalizujące uciążliwość zapachową

Bardzo istotną kwestią dla funkcjonowania biogazowni jest ich lokalizacja. Przy jej wyborze z jednej strony niezwykle ważna jest dostępność substratu do fermentacji, a z drugiej odległość od zabudowy mieszkaniowej (tzw. zabudowy wrażliwej). Aktem prawnym definiującym m.in. minimalne odległości elementów biogazowni jest Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie [18].

Wśród różnych rozważanych metod ograniczenia emisji odorów, przetwarzanie gnojowicy w procesie fermentacji metanowej oraz bezpośrednio wtryskiwanie odpadów pofermentacyjnych do gleby proponowane są jako praktyki o wysokim stopniu skuteczności [4,17]. Rozprowadzanie gnojowicy za pomocą iniekcji jest metodą, w której wykorzystuje się urządzenia zdolne do dostarczania gnojowicy bezpośrednio do podłoża, co zmniejsza emisję związków zapachowych [13,17]. W związku z tym połączenie fermentacji beztlenowej z wtryskiwaniem odpadów pofermentacyjnych, powinno ograniczyć emisję odorów, a co za tym idzie, uciążliwość dla ludności i środowiska.

Oprócz tego istotną kwestią jest maksymalizacja hermetyzacji procesów i zabiegów technologicznych prowadzonych w biogazowni, włączając w to magazynowanie substratów oraz pofermentu. Ponadto ważne jest także zastosowanie instalacji do dezodoryzacji gazów procesowych poprzez m.in. bariery antyodorowe na terenie i wokół

zakładu oraz filtry. Na rys. 3 przedstawiono przykładowe rozwiązanie instalacji zamglawiającej, tworzącej barierę antyodorową, zaś na rys. 4 zastosowanie filtra wypełnionego złożem z węgla aktywnego na zbiorniku do tymczasowego magazynowania substratów płynnych. Działaniem służącym kontroli przestrzegania reżimu technologicznego, jak również weryfikacji ewentualnych skarg mieszkańców mogą być badania olfaktometryczne oraz odorymetryczne [20].

## 5. Podsumowanie i wnioski

Biogazownie rolnicze stanowią odnawialne źródło energii, przynoszące ogromne korzyści zarówno energetyczne, ale również środowiskowe w postaci m.in. redukcji emisji gazów cieplarnianych do atmosfery oraz zagospodarowania trudnych i uciążliwych dla środowiska odpadów. Obawy mieszkańców przed powstawaniem nowych inwestycji związane są z potencjalną uciążliwością zapachową, będącą także przedmiotem licznych skarg, kierowanych do organów państwowych. Bardzo istotnym elementem działań, służących zapobieganiu oraz minimalizacji emisji odorów jest prawidłowe planowanie lokalizacji zakładu, ale także poszczególnych elementów ciągu technologicznego, jak również przestrzeganie reżimu technologicznego w istniejących zakładach.



Rys. 3. Instalacja antyodorowa na terenie jednej z polskich biogazowni (fotografia własna).

Fig. 3. Anti-odor installation at one of Polish biogas plants (own photography).



Rys. 4. Zastosowanie filtra na zbiorniku do magazynowania substratów płynnych (fotografia własna).

Fig. 4. The use of a filter on the tank for the storage of liquid substrates (own photography).

## LITERATURA

- [1] Buraczewski G., Bartoszek B. 1986. „Biogaz, wytwarzanie i wykorzystanie”. PWN, Warszawa.
- [2] Departament Ochrony Powietrza i Klimatu. 2016. *Kodeks przeciwdziałania uciążliwościom zapachowym*.
- [3] Eder B., Schultz H. 2001. *Biogas-Praxis: Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele, Wirtschaftlichkeit (Praktyka biogazu, podstawy, planowanie, budowa, przykłady)*. Ökobuch Verlag, Fryburg.
- [4] Feilberg A., Bildsoe P., Nyord T. 2015. „Application of PTR-MS for measuring odorant emissions from soil application of manure slurry”. *Sensors* (15): 1148–1167.
- [5] Griesen M. 2010. „Akzeptanz von Biogasanlagen. Thesis”. Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität, Bonn.
- [6] Gomez-Camacho C.E., Pirone r., Ruggeri B. *Is the Anaerobic Digestion (AD) sustainable from the energy point of view? Energy Conversion and Management* 2021, 231, 113857.
- [7] *Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung (Poradnik pozyskiwania i wykorzystania biogazu) Ergebnisse des Biogas-Messeprogramms (Rezultaty programu monitoringu biogazowni)*. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH; Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Fachagentur Nachwachsende-rohstoff e.V. Gülzow, 2005.
- [8] Jędrzak A. 2008. „Biologiczne przetwarzanie odpadów”. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [9] Kabasci S., Ehrenstein U., Strauch S., Schweizer-Ries P., Hildebrand J. 2012. *Imageanalyse und Imagewandel der Biogastechnologie unter Einbeziehung sozialwissenschaftlicher und technologischer Aspekte*. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen.
- [10] Maćkowiak C. 2003. „Gospodarowanie substancją organiczną i nawozami naturalnymi w rolnictwie”. Upowszechnianie zasad dobrej praktyki rolniczej, część 2 Puławy, Wyd. IUNG, , 259-285.
- [11] Lewandowski W. M. (red.), 1999. „Konwencjonalne i odnawialne źródła energii”. Zeszyty ‘Zielonej Akademii, Wydawnictwo Okręgu Wschodnio-Pomorskiego Polskiego Klubu Ekologicznego, Gdańsk
- [12] Orzi V., Cadena E., D’Imporzano G., Artola A., Davoli E., Crivelli M., Adani F. 2010. „Potential odour emission measurement in organic fraction of municipal solid waste during anaerobic digestion: relationship with process and biological stability parameters”. *Bioresource Technology* 101, 7330–7337.
- [13] Pahl O., Godwin r.J., Hann M.J., Waine T.W. 2001. „Cost-effective pollution control by shallow injection of pig slurry into growing crops”. *Journal of Agricultural Engineering Research* (80): 381–390.
- [14] Parker D.B., Gilley J.E., Woodbury B., Kim K.H., Bartelt-Hunt S., Li X., Snow D., Galvin G. 2013. “Odorous VOC emission following land application of swine manure slurry”. *Atmospheric Environment* (66) 91–100.
- [15] Podkówka W. (red.), 2012. „Biogaz rolniczy odnawialne źródło energii. Teoria i praktyczne zastosowanie”. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- [16] Praca zbiorowa pod red. Witolda Podkówki. 2012. „Biogaz rolniczy odnawialne źródło energii. Teoria i praktyczne zastosowanie”. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- [17] Riva C., Orzi V., Carozzi M., Acutis M., Boccasile G., Lonati S., Tambone F., D’Imporzano G., Adani F. 2016. „Short-term experiments in using digestate products as substitutes for mineral (N) fertilizer: agronomic performance, odours, and ammonia emission impacts”. *Science of the Total Environment*, 547, 206–214.
- [18] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Gospodarki Żywnościowej w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2014, poz. 81).
- [19] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. *Olfactometric testing as a method for assessing odour nuisance of biogas plants processing municipal waste*. Archives of Environmental Protection, 46, 3, 60-68.
- [20] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. „The Impact of Technological Processes on Odorant Emissions at Municipal Waste Biogas Plants”. *Sustainability* (12) 5457.