

doi:10.15199/48.2024.11.22

Zapotrzebowanie biogazowni rolniczej na energię elektryczną dla procesu technologicznego produkcji biogazu

Streszczenie. W artykule przedstawiono porównanie dwóch biogazowni rolniczych o mocy elektrycznej 610 kW różniących się technologią mieszania substratu w komorach fermentacyjnych. Na podstawie zgromadzonych danych produkcji i wewnętrznego zużycia energii elektrycznej z okresu dwóch lat, obliczono i porównano stopień wykorzystania zainstalowanej mocy elektrycznej w biogazowniach.

Abstract. This paper presents a comparison of two agricultural biogas plants with installed electric power 610 kW, which they have a different technology used to mix the substrate in the fermenters. Based on the production and internal electricity consumption data obtained over a two-year period, the biogas plant electrical capacity factor was calculated and compared. (*Electricity demand of an agricultural biogas plant for the technological process of biogas production*)

Słowa kluczowe: kogeneracja, biogazownie rolnicze, biogaz, współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej.

Keywords: cogeneration, agricultural biogas plants, biogas, electrical capacity factor.

Wstęp

Projekt transformacji sektora energetycznego w Polsce zakłada coraz większy udział źródeł odnawialnych [1, 2]. Szczególną rolę w realizacji tego celu mają odegrać energia wiatru i słońca. Przewidywany jest również wzrost znaczenia biomasy, biogazu oraz geotermii [3]. Wykorzystanie biogazu może być szczególnie użyteczne z uwagi na skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła, ponadto umożliwia zagospodarowanie uciążliwych odpadów z rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego, zwierzęcych lub komunalnych ulegających biodegradacji, a tym samym przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych [4, 5, 6].

Biogaz wytwarzany jest w beztlenowym procesie biologicznym. Przy braku tlenu, bakterie i mikroorganizmy rozkładają materię organiczną, a produktem jest mieszanina gazowa składająca się głównie z metanu (50–75%) i dwutlenku węgla (25–50%) oraz niewielkich ilości innych gazów i poferment [7]. Udział metanu w biogazie głównie zależy od rodzaju surowca wprowadzonego do biogazowni, rodzaju obiektu i warunków przebiegu procesu. Wydajność produkcji metanu może być zwiększona poprzez odpowiedni dobór mieszaniny substratów [8]. Dane o substancjach organicznych - substratach, ocenionych pod kątem przydatności do pozyskiwania biogazu można znaleźć w specjalnych atlasach. Lista substratów dopuszczonych do zastosowania w biogazowni rolniczej opublikowana została w rozporządzeniu [9].

Oszacowany na podstawie dostępności substratów potencjał biogazu w Polsce znacznie przekracza jego aktualne wykorzystanie wynoszące około 4 % [10, 11]. Z danych opublikowanych przez KOWR, na koniec 2023 roku zarejestrowanych w Polsce było 155 biogazowni rolniczych o łącznej produkcji biogazu 635 mln m³/rok i zainstalowanej mocy elektrycznej 155,98 MW [12]. Zgłoszonych było również 49 mikroinstalacji wytwarzających energię elektryczną z biogazu [13]. W Polsce, w przeciwieństwie do Niemiec, nie nastąpił gwałtowny rozwój biogazowni. Z przeprowadzonej analizy działających obecnie biogazowni rolniczych wynika, że decydującym czynnikiem przy wyborze lokalizacji biogazowni była gęstość zaludnienia, przy czym brane pod uwagę były również takie czynniki jak: technologia, dostęp do substratów, polityka energetyczna kraju [14]. Wprowadzone w 2023 roku zmiany w przepisach mają ułatwić przygotowanie i realizację inwestycji w zakresie biogazowni [15].

Rozwój biogazowni jest jednym ze sposobów uelastycznienia systemu elektroenergetycznego zdominowanego przez energię słoneczną i wiatrową [16, 17, 18, 19]. Przeprowadzone analizy pracy elektrowni biogazowej przyłączonej do sieci elektroenergetycznej, nie wykazały pogorszenia jakości energii elektrycznej w sieci [20]. Najefektywniejszym rozwiązaniem, byłoby przyłączenie elektrowni biogazowej w środku obciążenia linii, co ogranicza straty przesyłania energii [21] oraz umożliwia współpracę biogazowni z systemem energetycznym w zakresie płynnej regulacji wartości napięcia występującego w linii przesyłowej [22]. W Niemczech, z uwagi na duży udział elektrowni biogazowych, przeprowadzono kilka badań analizujących ich obecną i przyszłą rolę w systemie elektroenergetycznym. Wykazano, że uelastycznienie wytwarzania energii z biogazowni może obniżyć całkowite koszty funkcjonowania systemu [23].

Efektywność energetyczna biogazowni w zakresie wytwarzania energii elektrycznej może być oceniana przez współczynnik wykorzystania mocy przedstawiający stosunek energii oddanej do sieci, do teoretycznej maksymalnej ilości energii możliwej do wyprodukowania w tym samym czasie. Wartość ta zależy nie tylko od wydajności procesu wytwarzania biogazu ale również od przerw technicznych związanych z konserwacją lub usuwaniem awarii oraz zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne biogazowni [24]. Zużycie energii elektrycznej na potrzeby procesowe biogazowni może wynosić od 5 % do 20,7 % energii generowanej [25]. Tak istotna różnica w zużyciu energii elektrycznej może wynikać z zastosowanej technologii oraz indywidualnych warunków pracy instalacji [26]. Szacuje się, że zapotrzebowanie na energię mieszania wsadu w korze fermentacyjnej pochłania od 8 % do 58 % całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną biogazowni [27, 28, 29]. Głównymi technologiami mieszania stosowanymi w dużych biogazowniach jest mieszanie mechaniczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Nie ma pełnej zgodności, która z technologii charakteryzuje się najniższym poziomem energii mieszania. Wybór technologii mieszania zależy od stosowanego surowca, hydraulicznego czasu retencji i wielkości komory fermentacyjnej, jednak prawie 44 % awarii biogazowni wynika z błędów w procesie mieszania [30]. W pracy przedstawiono porównanie produkcji i zużycia na cele procesowe energii elektrycznej dwóch biogazowni

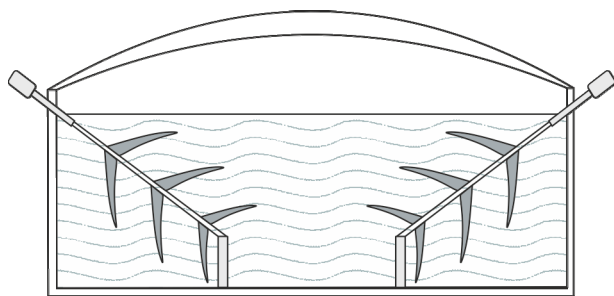
rolniczych zlokalizowanych w Niemczech wykonanych w dwóch różnych technologiach.

Charakterystyka analizowanych biogazowni rolniczych

Poniżej opisano dwie biogazownie rolnicze o mocy elektrycznej 610 kW. Biogazownie należą do jednego właściciela, który posiada gospodarstwo rolne o powierzchni około 1200 hektarów. Gospodarstwo jest ukierunkowane na produkcję roślinną, co zapewnia odpowiednią ilość substratu oraz daje możliwość zastosowania pofermentu do uzupełnienia składników mineralnych w uprawianej glebie. W biogazowniach wykorzystywane są również odpady z produkcji zwierzęcej z okolicznych gospodarstw takie jak: gnojowica świńska, obornik bydłowy, obornik indyjski.

Biogazownia 1 (mieszanie mechaniczne)

Biogazownia została oddana do użytku w 2007 roku. Głównymi elementami biogazowni są trzy komory każda o pojemności 1300 m³, średnicy 18 m i wysokości 6 m. Dwie z nich to komory fermentacyjne oraz jedna komora pofermentacyjna. Proces produkcji biogazu rozpoczyna się od dostarczenia substratu do komór fermentacyjnych. Biomasa wprowadzana jest do komór fermentacyjnych za pomocą automatycznego dozownika śrubowego. Nadmiar wsadu z komór fermentacyjnych przepływa do komory pofermentacyjnej, skąd trafia do separatora w celu usunięcia cieczy z wsadu pofermentacyjnego. Średni czas przebywania wsadu w biogazowni wynosi 40 dni. Wsad w komorach wymaga okresowego mieszania co jest realizowane za pomocą mechanicznych mieszadeł bocznych prętowych. W każdej komorze umieszczone są dwa mieszadła. Schemat komory z mieszadłem bocznym prętowym przedstawiono na rysunku 1. Powstały biogaz po oczyszczeniu jest spalany w silnikach tłokowych układu kogeneracyjnego. Wyprodukowana energia elektryczna jest wprowadzana do sieci elektroenergetycznej. Ciepło z kogeneracji wykorzystywane jest do ogrzewania pobliskich budynków gospodarczych, w suszarni zboża, uprawy szparagów oraz utrzymania stałej temperatury fermentacji w komorach. Ilość wykorzystanego ciepła z biogazowni to około 85 %. Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne wynika w tym przypadku głównie z pracy: mieszadeł bocznych (w całej instalacji jest 6 sztuk), pomp przepompowujących substrat między komorami, dozownika biomasy i separatora.

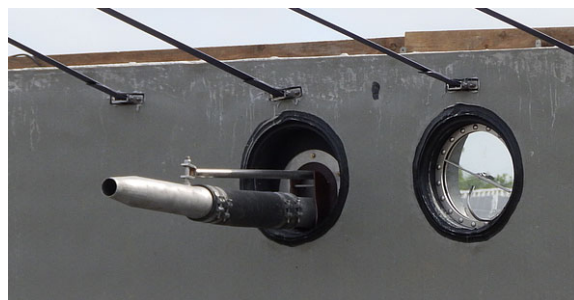


Rys.1. Mieszadła boczne mechaniczne w komorze fermentacyjnej

Biogazownia 2 (mieszanie hydrauliczne)

Biogazownia została oddana do użytku w 2011 roku. W tym rozwiązaniu występują 2 komory fermentacyjne natomiast są one znacznie większe niż w przypadku biogazowni 1. Każda komora ma pojemność 5000 m³ (średnica 38 m, wysokość 6 m). W prezentowanej biogazowni tradycyjnie stosowane mieszanie mechaniczne jest zastąpione systemem mieszania hydraulicznego. W każdej komorze są umieszczone cztery dysze zraszające.

Widok dyszy zraszającej przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Technologia dysz zraszających to rozwiązanie opracowane i stosowane przez niemiecką firmę SAUTER.

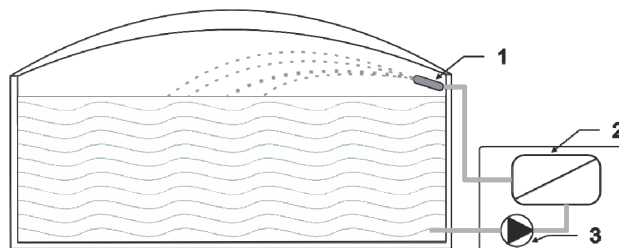


Rys.2. Widok dyszy zraszającej biogazowni z mieszaniem hydraulicznym



Rys.3. Widok dyszy zraszającej biogazowni z mieszaniem hydraulicznym w trakcie pracy

Biogazownia z systemem zraszającym nie wymaga montażu systemu ogrzewania wewnątrz komory fermentacyjnej. Jest to istotna zaleta ze względu na utrudniony dostęp do wnętrza komory w celu usunięcia awarii. W przypadku biogazowni z systemem zraszającym ogrzewanie substratu zapewnia zewnętrzny wymiennik ciepła. Wymiennik jest zamontowany w obiegu pompy która zasila dysze zraszające. Schemat biogazowni z systemem mieszania hydraulicznego przedstawiono na rysunku 4.



Rys.4. Schemat biogazowni z systemem zraszającym
1 – dysza zraszająca, 2 – wymiennik ciepła, 3 – pompa zasilająca dysze zraszające

W biogazowni z systemem zraszającym nie występuje automatyczny dozownik substratu. Załadunek odbywa się poprzez specjalny kanał, do którego za pomocą ładowarki substrat jest bezpośrednio wprowadzany do komory fermentacyjnej. Widok kanału załadunkowego przedstawiono na rysunku 5. System jest bardzo elastyczny i pozwala na przerwy w dostarczaniu substratu nawet do 3 dni.

Powstały biogaz spalany jest w dwóch silnikach tłokowych układu kogeneracyjnego. Wyprodukowana energia elektryczna wprowadzana jest do sieci

elektroenergetycznej. Ciepło z układu kogeneracji wykorzystywane jest na poziomie około 90% do ogrzewania obory z prosiakami (około 11 000 sztuk), w suszarni zboża oraz ogrzewania dwóch domów jednorodzinnych.

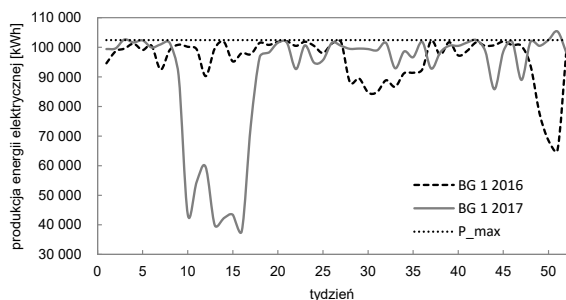


Rys.5. Kanał załadawczy komory fermentacyjnej z systemem zraszającym

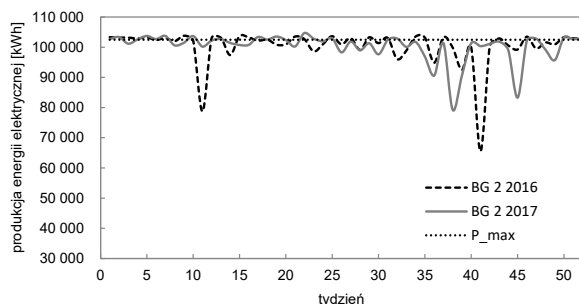
Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne w przypadku mieszania hydraulicznego to zasilanie pomp tłoczących ciecz do dysz zraszających.

Produkcja energii elektrycznej

Wielkość produkcji energii elektrycznej w biogazowniach rolniczych przedstawiono za rok 2016 i 2017. Jest to produkcja energii elektrycznej brutto co oznacza, że nie uwzględnia zużycia energii na potrzeby własne (napęd takich elementów jak mieszadła pompy, dozowniki). Wartości produkcji energii elektrycznej brutto dla poszczególnych tygodni przedstawiono na rysunkach 6 i 7. Linia kropkowaną oznaczono maksymalną wartość produkcji energii elektrycznej możliwą do uzyskania w ciągu tygodnia (P_{max}) z biogazowni.



Rys.6. Produkcja energii elektrycznej brutto w poszczególnych tygodniach biogazowni nr 1 w 2016 i 2017 roku



Rys.7. Produkcja energii elektrycznej brutto w poszczególnych tygodniach biogazowni nr 2 w 2016 i 2017 roku

Na podstawie danych z pracy biogazowni w analizowanym okresie można stwierdzić, iż bardziej stabilną produkcją energii charakteryzowała się biogazownia nr 2 (rys. 6,7).

W tabeli 1 przedstawiono produkcję energii elektrycznej brutto, zużycie energii elektrycznej na cele procesowe oraz współczynnik wykorzystania mocy z okresu dwóch lat. Według danych literaturowych zużycie energii elektrycznej w przypadku biogazowni rolniczych na cele procesowe wynosi średnio 9% wyprodukowanej energii elektrycznej [8]. Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że biogazownia nr 1 zużyła na cele procesowe odpowiednio 9,9% i 9,4% wytworzonej energii elektrycznej. W przypadku biogazowni nr 2 z systemem zraszającym zużycie energii elektrycznej na cele procesowe było wyraźnie mniejsze i wyniosło odpowiednio 6,7% i 6,8%.

Tabela 1. Roczna produkcja energii elektrycznej w biogazowniach (dane za rok 2016, 2017)

Parametry		Biogazownia Nr 1	Biogazownia Nr 2
Moc elektryczna zainstalowana [kW]		610	610
Produkcja energii elektrycznej brutto [kWh/rok]	2016	4 984 037	5 221 297
	2017	4 745 322	5 218 587
Zużycie energii elektrycznej na cele procesowe [kWh/rok]	2016	490 974	350 102
	2017	444 224	356 453
Produkcja energii elektrycznej netto [kWh/rok]	2016	4 493 063	4 871 195
	2017	4 301 098	4 862 134
Energia elektryczna na cele procesowe [%]	2016	9,9	6,7
	2017	9,4	6,8
Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej [%]	2016	84,3	91,4
	2017	80,7	91,2

Analizując produkcję energii elektrycznej w przedstawionych biogazowniach rolniczych warto zwrócić uwagę na wysoki współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej (tabela 1). Najwyższy współczynnik został osiągnięty w przypadku biogazowni nr 2, który wynosi ponad 91%. W przypadku innych odnawialnych źródeł energii współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej jest znacznie mniejszy. W elektrowniach wiatrowych współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej wynosi odpowiednio ok. 15% i 25% dla elektrowni onshore i offshore. Dla elektrowni wodnej ok. 30%, zaś dla instalacji fotowoltaicznej około 12% [31, 32].

Wnioski

Przeprowadzona analiza potwierdziła, że rozwiązania technologiczne stosowane w biogazowniach rolniczych w znacznym stopniu mogą wpłynąć na zużycie energii elektrycznej na cele procesowe. Według danych literaturowych biogazownie pracujące w układach kogeneracyjnych na cele procesowe (pracę mieszadeł, dozowników substratu, pomp, układów sterowania) zużywają średnio 9% wyprodukowanej energii elektrycznej [8]. W przypadku biogazowni nr 1 z mieszaniem mechanicznym wartość była większa i wynosiła odpowiednio 9,9% oraz 9,4%. W przypadku biogazowni 2 z mieszaniem hydraulicznym była to wartość mniejsza od średniej i wynosiła 6,7% oraz 6,8%. Różnice w zużyciu energii elektrycznej na cele procesowe w analizowanych biogazowniach są związane głównie ze sposobem mieszania wsadu w komorach fermentacyjnych.

Zakładając teoretycznie zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne w przypadku biogazowni Nr 1 z wartości 9,9% do poziomu 7% można uzyskać oszczędność w skali roku na poziomie 140 000 kWh. Jest to istotna wartość mogąca mieć wpływ na opłacalność ekonomiczną eksploatacji biogazowni rolniczej.

Przedstawione dane produkcji energii elektrycznej potwierdzają wysoką wartość współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w porównaniu do innych instalacji OZE typu elektrownie wiatrowe, instalacje fotowoltaiczne. W przedstawionych biogazowniach współczynnik wykorzystania mocy maksymalnej wynosił od 80,7% do 91,4%. Warto podkreślić iż, na produkcję energii elektrycznej w biogazowni nie mają wpływu warunki atmosferyczne. Przedstawione na wykresach wahania produkcji energii elektrycznej w poszczególnych tygodniach są wynikiem awarii technicznych oraz prac serwisowych. W przedstawionym zestawieniu biogazownia z mieszanym hydraulicznym wykazuje mniejszą awaryjność. Jest to związane z mniejszą ilością elementów mogących ulec uszkodzeniu (brak mieszadeł, automatycznego dozownika substratu i układu grzewczego wewnątrz komory fermentacyjnej).

Istotne jest w przypadku biogazowni rolniczych pracujących w kogeneracji przygotowanie już na etapie projektu koncepcji na wykorzystanie ciepła. Zagospodarowanie ciepła pozwala na osiągnięcie wysokiej sprawności całkowitej. W analizowanych biogazowniach wykorzystanie ciepła z kogeneracji wynosiło od 85% do 90%. Brak koncepcji na wykorzystanie ciepła może znacząco obniżyć zysk generowany przez biogazownie lub decydować o opłacalności inwestycji.

Podziękowania dla właściciela biogazowni za współpracę i udostępnienie danych na potrzeby artykułu.

Autorzy: dr Daniel Chludziński, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Elektrotechniki Energetyki i Elektroniki i Automatyki, ul. Oczapowskiego 11, 10-719 Olsztyn, E-mail: daniel.chludzinski@uwm.edu.pl;
dr Michał Duda, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Elektrotechniki Energetyki i Elektroniki i Automatyki, ul. Oczapowskiego 11, 10-719 Olsztyn, E-mail: michal.duda@uwm.edu.pl.

LITERATURA

- [1] Transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce. Wydzielenie wytwórczych aktywów węglowych ze spółek z udziałem Skarbu Państwa, *Ministerstwo Aktywów Państwowych*, Warszawa, Poland (2021)
- [2] Koczan M., Alkan A., Bezpieczeństwo energetyczne a transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce (na przykładzie wybranych podsektorów). *Wschodnioznawstwo*, 16 (2022)
- [3] <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski>
- [4] Nikiciuk, M. Ekologiczny i prorozwojowy potencjał sektora biogazu rolniczego w województwie podlaskim, *Polskie Towarzystwo Ekonomiczne*, (2019), Tom 3, 98-117
- [5] Madsen M., Holm-Nielsen J.B., Esbensen K.H., Monitoring of anaerobic digestion processes: A review perspective, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (2011), Issue 6, 3141-3155
- [6] Theuerl S., Herrmann Ch., Heiermann M., Grundmann P., The Future Agricultural Biogas Plant in Germany: A Vision, *Energies*, 12 (2019), No 3
- [7] Bond T., Templeton M.R., History and future of domestic biogas plants in the developing world, *Energy for Sustainable Development*, 15 (2011), Issue 4, 347-354
- [8] Curkowski A., Oniszk-Popławska A., Surowce do produkcji biogazu – uproszczona metoda obliczenia wydajności biogazowni rolniczej, *Czysta Energia*, 1 (2010), 25-27
- [9] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 października 2023 r. w sprawie szczegółowej listy substratów

- możliwych do wykorzystania w biogazowni rolniczej (Dz. U. poz. 2230)
- [10] Gradziuk P., Potencjał i prognozy wykorzystania biogazu rolniczego w Polsce, *Roczniki (Annals)*, 3 (2017)
- [11] Raport Biogaz w Polsce 2022, *Magyzyń Biomasa*
- [12] <https://www.gov.pl/attachment/61b08fd0-7f26-4d6c-8a95-1aa8b5117237> (dostęp 20.02.2024)
- [13] <https://bip.ure.gov.pl/download/3/16731/Raportenergieelektrycz> Raportenergieelektrycznawytworzonazodnawialnegozrodlaener R.pdf (dostęp 20.02.2024) Zbiorczy raport półroczny dotyczący wytwórców energii elektrycznej z biogazu rolniczego w mikroinstalacji za II półrocze 2023 r.
- [14] Ginda G., Szyba M., Identification of Key Factors for the Development of Agricultural Biogas Plants in Poland, *Energies*, 16 (2023), Issue 23
- [15] Ustawa z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu (Dz. U. poz. 1597).
- [16] Mól B., Bargiel J., Halinka A., Sowa P., Lokalne bezpieczeństwo energetyczne w kontekście nowych zagrożeń globalnych, *Przegląd Elektrotechniczny*, 98 (2022), nr 12, 283-288
- [17] Kaznowski R., Szałowski D., System elektroenergetyczny oparty o odnawialne źródła energii-możliwości i bariery rozwoju, *Przegląd Elektrotechniczny*, 99 (2023), nr 2, 186-189
- [18] Lauer M., Thrän D., Biogas plants and surplus generation: cost driver or reducer in the future German electricity system? *Energy Policy*, 109 (2017), 324-336
- [19] Hahn H., Krautkremer B., Hartmann K., Wachendorf M., Review of concepts for a demand-driven biogas supply for flexible power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29 (2014), 383-393
- [20] Koziół J., Majka M., Analiza pracy wybranej instalacji odnawialnych źródeł energii, *Przegląd Elektrotechniczny*, 97 (2020), nr 12, 198-201
- [21] Orłowska A., Rola branży biogazowej w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego, *Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa*, 41 (2018), nr 4, 464-477
- [22] Skibko Z., Współpraca biogazowni rolniczych z systemem elektroenergetycznym, *Państwowy Instytut Badawczy w Falentach*, (2022)
- [23] Lauer M., Thrän D., Flexible biogas in future energy systems - Sleeping beauty for a cheaper power generation, *Energies*, 11 (2018), Issue 4
- [24] Plume L., Plume I., Analysis of Factors Influencing Energy Efficiency of Biogas Plants, (2023), 764-769
- [25] Naegele H.J., Lemmer A., Oechsner H., Jungbluth T., Electric energy consumption of the full scale research biogas plant "Unterer Lindenhof": Results of longterm and full detail measurements, *Energies*, 5 (2012), Issue 12, 5198-5214
- [26] Lehner A., Effenberger M., Den Stromverbrauch im Auge, *Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt*, 199 (2009), 40-40.
- [27] Singh B., Szamosi Z., Siménfalvi Z., State of the art on mixing in an anaerobic digester: A review. *Renewable Energy*, 141 (2019), 922-936
- [28] Lemmer A., Naegele H.J., Sondermann J., How efficient are agitators in biogas digesters? Determination of the efficiency of submersible motor mixers and incline agitators by measuring nutrient distribution in full-scale agricultural biogas digesters, *Energies*, 6 (2013), Issue 12, 6255-6273
- [29] Kress P., Nägele H.J., Oechsner H., Ruile S., Effect of agitation time on nutrient distribution in full-scale CSTR biogas digesters. *Bioresour Technol*, 247 (2018), 1-6.
- [30] Hopfner-Sixt K., Amon T., Monitoring of agricultural biogas plants in Austria - Mixing technology and specific values of essential process parameters, *Bioresour Technol*, 100 (2007), 4931-4944
- [31] Wantuch A., Janowski M., Czy OZE są konkurencyjne dla źródeł konwencjonalnych, *IAPGOŚ 4/(2014)*, 105-108
- [32] Malecha Z., Analiza ekonomiczna oraz wykorzystania mocy dla farmy wiatrowej typu offshore na Morzu Bałtyckim, *INSTAL* (2023) nr 1