

ALEKSANDER KIRYŁUK

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Katedra Technologii w Inżynierii Środowiska, e-mail: a.kiryluk@pb.edu.pl

BIOGAZOWNIE W KONTEKŚCIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU OBSZARÓW WIEJSKICH NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO

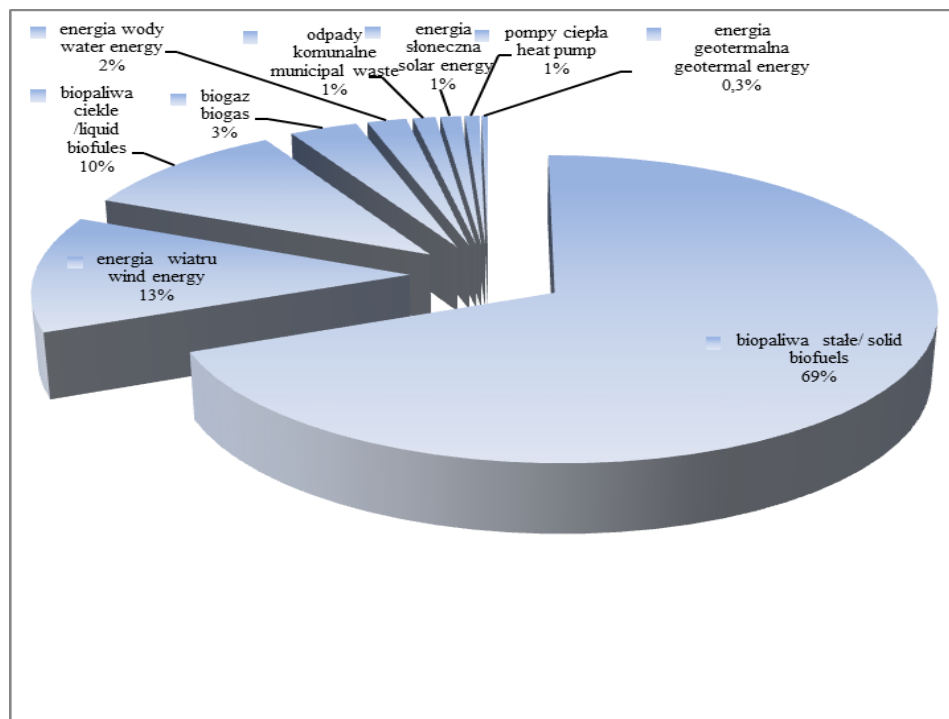
Jedną z przyczyn zmian klimatycznych są duże emisje spalin z elektrowni i wielu palenisk domowych. W celu zmniejszenia tych emisji wprowadza się stopniowe przechodzenie na produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (OZE). W Polsce według danych GUS w 2018 roku, udział energii ze źródeł odnawialnych stanowił 11,16% energii brutto. Aktualnie jest wiele możliwych źródeł pozyskiwania energii odnawialnej. W artykule przedstawiono możliwości pozyskiwania energii z substratów pochodzenia rolniczego. Jedną z metod jest produkcja biogazu w procesie fermentacji metanowej w biogazowniach rolniczych. Do produkcji biogazu w większości biogazowni rolniczych wykorzystywana jest kiszka z kukurydzy, gnojowica, a także inne odpady organiczne z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego. W województwie podlaskim aktualnie jest zarejestrowanych 9 biogazowni produkujących około 9,5 mln m³ biogazu, pozwalającego na wyprodukowanie 7,695 MWe. Substratami w tych biogazowniach są głównie kukurydza i odpady rolnicze (gnojowica). Wskazano na pozytywne efekty uprawy roślin na cele energetyczne, a także wpływ monokulturowych wieloletnich upraw na stabilność ekologiczną agrocenoz.

Słowa kluczowe: biogaz, emisje gazów, rośliny energetyczne, kogeneratory, zrównoważony rozwój

I. WSTĘP

Zmiany klimatyczne występujące z dużym nasileniem w ostatnich dekadach i wieloaspektowa analiza przyczyn procesu, wskazują, że jednym z ważnych czynników sprzyjających ich powstawaniu są emisje do atmosfery [Piotrowski i in. 2014]. Znaczna część emisji, w tym głównie dwutlenku węgla, pochodzi ze spalania różnych surowców na cele energetyczne w procesach pozyskiwania energii elektrycznej w elektrowniach. Decyzje podejmowane przez gremia międzynarodowe, dotyczące wysiłku redukcyjnego obejmują sześć gazów cieplarnianych nadzorowanych w ramach pierwszego okresu rozliczeniowego protokołu z Kioto (2008-2012): dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄), wodorofluorowęglowodorów (HFC), podtlenku azotu (N₂O), perfluorowęglowodorów (PFC), heksafluorku siarki (SF₆) [Wspólny wysiłek...]. Ustalenia kolejnych szczytów klimatycznych obligują uczestniczące w nich państwa do dalszych działań gospodarczych w celu zmniejszenia wielkości szkodliwych emisji CO₂. W 2017 r. 11 krajów członkowskich osiągnęło i przekroczyło (wyznaczony na 2020 r.) docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych (OZE) w końcowym zużyciu energii brutto. Pozostałe 16 krajów

w dalszym ciągu dąży do realizacji wyznaczonego celu. W Polsce udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2018 roku wynosił 11,16% [Komunikaty...]. Procentową strukturę poszczególnych rodzajów energii OZE przedstawiono na rys. 1. W celu zminimalizowania skutków zmian klimatycznych należy w strategiach rozwoju lokalnych społeczności uwzględniać większe wykorzystanie OZE w bilansach energetycznych [Piotrowski i in. 2014, Ustawa...2015].



Rys. 1. Struktura energii ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2018r [opr. własne za Mystkowski 2009]
Fig. 1. The structure of energy from renewable sources in Poland in 2018 [own study by Mystkowski 2009]

W pracy przedstawiono warunki i możliwości pozyskiwania biogazu z wykorzystaniem upraw polowych i wpływ tych technologii na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich w województwie podlaskim.

II. MATERIAŁ I METODY

Przy opracowywaniu materiału zawartego w tym artykule wykorzystano dane i informacje z Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa, Podlaskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, Głównego Urzędu Statystycznego. Zamieszczono także materiały własne autora uzyskane z pracy terenowej na terenie województwa podlaskiego. Ze względu na brak dostępnych danych o powierzchni upraw roślin energetycznych (zlikwidowanie dopłat bezpośrednich w skali kraju i województw, przyjęto szacunkowe dane odnośnie powierzchni upraw kukurydzy na potrzeby biogazowni, przyjmując założenie że na 1 kW energii potrzeba 0,4 ha uprawy kukurydzy [Ginalski 2020].

III. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Biomasa jako materiał energetyczny

Tradycyjnie biomasa pochodząca z drewna była najczęściej spalana lokalnie w istniejących systemach ciepłowniczych oraz kotłach małej mocy w gospodarstwach domowych. Ten sposób wykorzystania biomasy był bardzo powszechnie praktykowany w woj. podlaskim w XX w., ze względu na duży i łatwy dostęp do drewna. Rozwój technologii grzewczych i badania w tym zakresie wskazują, że biomasa pozyskiwana z upraw polowych (nieleśnych) może być także wykorzystywana na cele energetyczne [GUS...2019]. Spalanie biomasy w elektrowniach i lokalnych elektrociepłowniach wymaga wykonania odpowiednich instalacji, a także możliwości systematycznych dostaw biomasy w wymaganych ilościach o określonej jakości. Spalanie biomasy w elektrowniach i elektrociepłowniach musi być poprzedzone odpowiednimi inwestycjami przystosowującymi zakłady do wykorzystania tego paliwa [Mystkowski 2009]. Po uruchomieniu takich instalacji konieczne są ciągłe dostawy surowca. W związku z tym takie zakłady zainteresowane są wieloletnimi umowami kontraktacyjnymi, które zapewnią im potrzebne ilości biomasy. Należy podkreślić, że potrzeby te będą w kolejnych latach wzrastać, gdyż regulacje prawne nakładają na zakłady energetyczne obowiązek systematycznego wzrostu udziału energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych, w tym przede wszystkim z biomasy. Na przestrzeni ostatnich lat w województwie podlaskim powstają podmioty gospodarcze prowadzące produkcję i sprzedaż brykietów ze słomy i traw gorszej jakości paszowej i turzyc. Na rynku materiałów opałowych (poza kopalnymi nośnikami energii) występują także: brykiet ze słomy lub z trocin do palenisk domowych i do kominków, pelet, klocki z drewna odpadowego. W Elektrociepłowni Białystok (*aktualnie Enea Ciepło*) zmodernizowano i unowocześniono produkcję energii elektrycznej i ciepła na potrzeby grzewcze w regionie północno-wschodniej Polski. Wybudowano nowy system gospodarki biomasą, wraz z instalacją podawania biomasy do kotła fluidalnego spalania biomasy. W tej instalacji spalana jest biomasa odpadowa z tartaków, zakładów przetwarzających drewno oraz zrębki pozyskiwane z różnych etapów produkcji leśnej w Lasach Państwowych. Enea Ciepło Białystok jest zainteresowana skupem biomasy z plantacji zakładanych przez posiadaczy gruntów rolnych i gleb marginalnych w promieniu do 50 km od Białegostoku [PODR 2020].

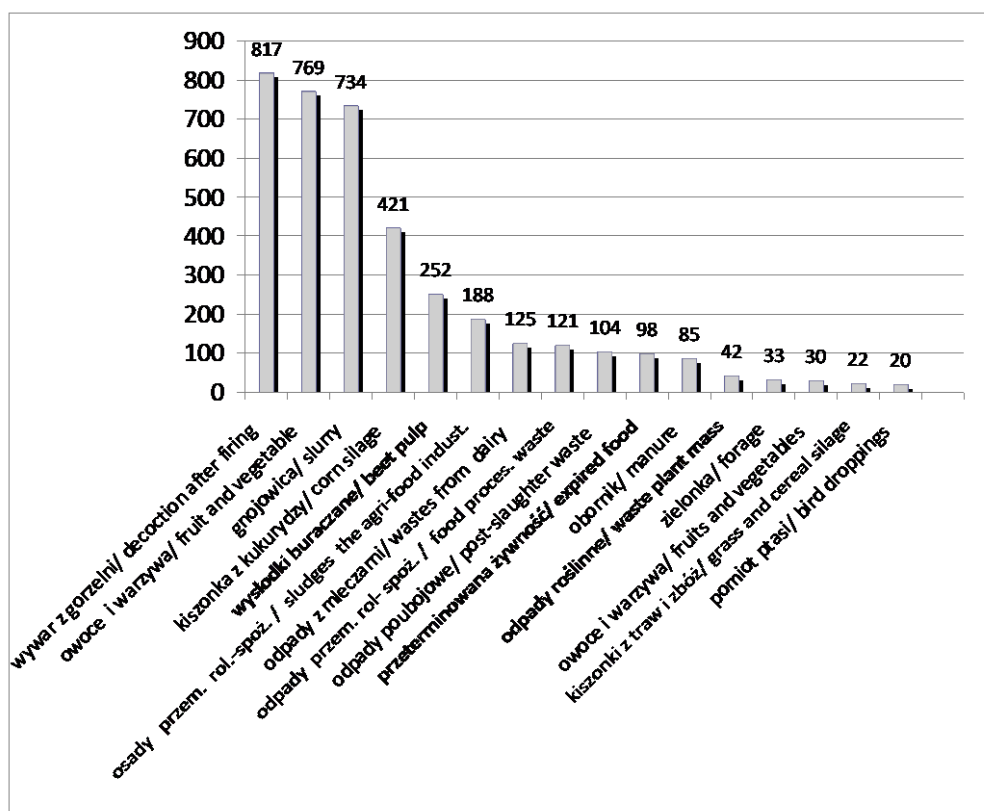
Plantacje roślin energetycznych na cele biogazowni

Planując uprawę roślin na cele energetyczne rolnicy muszą wiedzieć, że odbiorcy biomasy (zakłady energetyczne – elektrociepłownie, przedsiębiorstwa energetyki ciepłej ustalają ceny na podstawie zawartej energii w GJ/t (gigadżule na tonę) dostarczanej biomasy. Wilgotność świeżo zbieranej biomasy na przykład z wierzby energetycznej może wynosić 50% i zależeć będzie od terminu i technologii zbioru. Wartość energetyczna (opałowa) świeżo zebranej biomasy z wierzby energetycznej przy wilgotności 50% wynosi 8,28 GJ/t i wraz ze spadkiem wilgotności wzrasta jej wartość opałowa [PODR 2020]. Aktualnie dobrym źródłem dochodu dla rolnika jest sprzedaż wyprodukowanej do biogazowni kiszonki z kukurydzy [Michalski 2002]. Jednym z warunków wprowadzenia przez rolnika na pola roślin energetycznych jest zapewnienie plantatorom odpowiednio wyższej opłacalności od dotychczas uzyskiwanej z uprawy tradycyjnych roślin rolniczych. W latach następnych przedsiębiorcy kontraktujący biomasę powinni korygować ceny skupu biomasy w celu uzyskiwania dochodu ponad wielkość poniesionych kosztów [Mystkowski 2009].

Biogazownie w województwie podlaskim

Biogazownia składa się głównie z dwóch części: komór fermentacji beztlenowej (fot. 1), w których odbywa się produkcja biogazu, oraz kogeneratorów, w których biogaz jest przetwarzany na energię elektryczną. Komory fermentacyjne odgrywają kluczową rolę

w początkowej fazie procesu produkcji biogazu, ale to od parametrów i niezawodności zespołu urządzeń kogeneracyjnych zależy efektywność energetyczna i ogólna wydajność ekonomiczna systemu biogazowni. W biogazowniach rolniczych do produkcji biogazu stosuje się następujące substraty: kiszonkę z kukurydzy, wieloletnie rośliny uprawiane na cele energetyczne, buraki cukrowe, trawy, nawozy naturalne (gnojowica, obornik, pomiot ptasi, gnojówkę), a także produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego (rys. 2). Dane prezentowane na rysunku 2 dotyczą wszystkich biogazowni w Polsce [Rejestr wytwórców...], ale podobne proporcje w stosowanych substratach występują w biogazowniach podlaskich. W woj. podlaskim funkcjonuje aktualnie 9 biogazowni (tab. 1). Głównym surowcem do produkcji biogazu jest kukurydza, a w następnej kolejności gnojowica. Na celowość stosowania tych substratów w biogazowniach wskazują prace Fugola i Szlachty [2010]. Do produkcji biogazu najbardziej efektywnym substratem jest biomasa o zawartości ponad 30% substancji organicznej [Myczek i in. 2011].



Rys. 2. Główne surowce pochodzenia rolniczego zużyte do produkcji biogazu w Polsce w 2019 r. [tys. ton]. Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Energia...2018

Fig. 2. Main agricultural raw materials used for the production of biogas in Poland in 2019 [thousand tonnes]. Own study based on data from the Central Statistical Office, Energy ... 2018



Fot. 1. Biogazownia firmy Adler Biogaz w Rybołach (woj. Podlaskie). Fot. A. Kiryluk
Fig. 1. Adler Biogas plant in Ryboły (Podlasie province). Photo by A. Kiryluk

Tabela 1 - Table 1

Charakterystyka techniczna biogazowni rolniczych w województwie podlaskim [stan na 02.2020 r.]
 Technical characteristics of agricultural biogas plants in Podlaskie Voivodeship [as for 02.2020]

Lokalizacja biogazowni Location of biogas plant	Przedsiębiorstwo Company name	Urocznienie Date of launch	Produkcja biogazu [m ³ ·rok/ year ⁻¹] Production of biogas	Roczna wydajność kogeneratora [MW _e] Annual efficiency of the cogenerator [MW _e]
Stary Kornin gm. Dubicze Cerkiewne	Polska Grupa Biogazowa Energetyka	2015	4 747 920	0,999
Dzierżki gm. Poświętne	Polska Grupa Biogazowa Energetyka	2016	4 747 920	0,999
Krzywa gm. Bielsk Podlaski	Polska Grupa Biogazowa Energetyka	2016	4 747 920	0,999
Krasowo Częstki gm. Nowe Piekuty	Green Energy	2016	2 221 153	0,779
Ryboły gm. Zabłudów	Adler Biogaz	2014	4 380 000	1,000
Wojny Wawrzyńcze gm. Szepietowo	CHP Energia	2015	4 555 000	1,200
Sokółka gm. Sokółka	Eko-Farmenergia	2015	3 338 700	0,999
Czerwonka gm. Szypliszki	Gospodarstwo Rolne M. Dyczewski	2015	420 000	0,100
Michałow gm. Michałow	Zielona Energia	2015	2 300 000	0,600
Razem			9 547 920	7,695

Opracowanie własne na podstawie danych KOWR [www.kowr.gov.pl] / Own study based on KOWR data [www.kowr.gov.pl]

Wpływ biogazowni na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich

Lokalizacja i budowa biogazowni może wpływać na rozwój gospodarczy, społeczny a także poprawić ład ekologiczny na danym terenie [Banaszuk i in. 2015, Giordano 2005, Zarębski 2013]. W województwie podlaskim warunki środowiskowe, głównie klimatyczne (niskie średnioroczne temperatury, skrócony okres wegetacji) [Biesiacki i in. 2004] ograniczają możliwości uprawy ciepłolubnych roślin energetycznych, np. miskanta. W tych warunkach siedliskowych (według zaleceń IUNG-PIB) powinny być preferowane: wierzba energetyczna i ślazier pensylwański. Ponadto w warunkach województwa podlaskiego nie ma podmiotów gospodarczych, które mogłyby przetwarzać w dużych ilościach biomasę z roślin energetycznych. Dlatego też w woj. podlaskim powinno się wykorzystywać nośniki energetyczne możliwe do wykorzystania w biogazowniach [Kiryłuk 2018, Szlachta i Tupieka 2013]. Głównym substratem stosowanym w większości biogazowni na Podlasiu jest kiszonka z kukurydzy. Analizując warunki gospodarcze i środowiskowe można zauważyć następujące pozytywne aspekty lokalizacji biogazowni i wytwarzania biogazu na obszarach rolniczych:

- uzupełnienie potrzeb energii elektrycznej na potrzeby lokalne,
- wykorzystanie gleb marginalnych i o niskich klasach bonitacyjnych do uprawy roślin na potrzeby biogazowni,
- zapewnienie stabilnego dochodu dla rolników na podstawie wieloletnich umów kontraktacyjnych na dostawę surowców¹ do biogazowni,
- utylizacja organicznych odpadów z produkcji zwierzęcej (głównie gnojowicy) zagrażających środowisku przyrodniczemu [Fugol i Szlachta 2010],
- wykorzystanie pofermentu jako nawozu na gleby lekkie [Kowalczyk-Juśko i Szymańska 2017].

Ograniczenia środowiskowe rozwoju biogazowni na Podlasiu

Lokalizacja biogazowni na danym terenie nie powinna naruszać tzw. ładu ekologicznego [Jarosz i in. 2013, Woźniak 2016]. Powiększania powierzchni upraw roślin energetycznych na potrzeby istniejących i nowych planowanych biogazowni rolniczych mogą ograniczać rozmiary innej produkcji polowej. W przypadku województwa podlaskiego takiego zagrożenia nie należy się spodziewać, ponieważ na znacznych obszarach zaniechano intensywnej produkcji polowej, a wiele gruntów ornych gorszych klas bonitacyjnych czasowo jest wyłączana z produkcji [Kiryłuk 2016]. Ograniczeniem w powstawaniu nowych biogazowni w województwie podlaskim mogą być niekorzystne uwarunkowania środowiskowe, duże powierzchnie obszarów chronionych występujących na około 40% obszaru województwa [Tryjanowski i in. 2011]. Problemem może być także duży (35%) udział trwałych użytków zielonych (TUZ) w strukturze użytków rolnych. Na TUZ możliwości zakładania plantacji roślin energetycznych nie jest możliwe. Malejące zasoby wodne także mogą ograniczać wielkość powierzchni upraw roślin na potrzeby OZE [Kowalik i Scalenghe 2009]. Na inne ograniczenia w lokalizacji biogazowni wskazują także opracowania Fabera [2008].

IV. PODSUMOWANIE

W celu zmniejszenia emisji spalin w procesach spalania surowców kopalnych w energetyce następuje wprowadzanie w różnych krajach UE, z różną skutecznością odnawialnych źródeł energii (OZE). Biomasa pochodząca z rolnictwa może być dobrym nośnikiem energii w biogazowniach rolniczych. W Polsce w biogazowniach mogą być stosowane: kiszonka z kukurydzy, wieloletnie rośliny uprawiane na cele energetyczne, buraki cukrowe, trawy, nawozy naturalne (gnojowica, obornik, pomiot ptasi, gnojówka) a także produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego. W województwie podlaskim działa 9 biogazowni rolniczych,

które produkują rocznie około 9,5 mln m³ biogazu. Głównym substratem w tych biogazowniach są kiszonki z kukurydzy i odpady z produkcji i przetwórstwa rolno-spożywczego. Założenie wieloletniej plantacji jest inwestycją, która musi gwarantować opłacalność produkcji w perspektywie kilku lub kilkunastu lat. Konieczne więc jest tworzenie korzystnych relacji pomiędzy producentami biomasy i producentami biogazu. Uprawa kukurydzy na cele biogazowni w systemie wieloletnim i w monokulturze może zagrażać niektórym agroekosystemom, m.in. na skutek wyjaławiania gleb i zmniejszania bioróżnorodności.

BIBLIOGRAFIA

1. Banaszuk P., Wysocka-Czubaszek A., Czubaszek R., Roj-Rojewski S. 2015. Skutki energetycznego wykorzystania biomasy. *Więś i rolnictwo*. Nr 4 (169). 139-152.
2. Biesiacki A., Kuś J., Madej A. 2004. Ocena warunków przyrodniczych do produkcji rolnej, woj. podlaskie. IUNG Puławy.
3. Faber A. 2008. Przyrodnicze skutki uprawy roślin energetycznych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 11. 43-53.
4. Fugol M., Szlachta J. 2010. Zasadność używania kiszonki z kukurydzy i gnojowicy świńskiej do produkcji biogazu. *Inżynieria Rolnicza*. 1(119). 169-174.
5. Ginalski Z. 2020. Substraty dla biogazowni rolniczych. [dok. elektr.: www.cdr.gov.pl/pol/OZE/substraty.pdf, data wejścia 3.12.2020].
6. Giordano K. 2005. Planowanie zrównoważonego rozwoju gminy w praktyce. KUL Lublin.
7. GUS. 2019. Energia ze źródeł odnawialnych w 2018 roku. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
8. Jarosz Z., Faber A., Syp A. 2013. Wpływ uprawy roślin energetycznych na środowisko. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki Naukowe*. t. XVZ. 131-135.
9. Kiryłuk A. 2018. Economic and environmental aspects of the cultivation of energy plants in the Podlaskie province. *Economy and Environment*. No. 2. 257-270.
10. Kiryłuk A. 2016. Zmiany w technologiach uprawy roli i roślin w województwie podlaskim i ich wpływ na środowisko przyrodnicze. *Ekonomia i Środowisko*. 2 (57). 285-301.
11. Komunikaty Prezesa URE. [dok. elektr.: www.ure.gov.pl, data wejścia 4.12.2020].
12. Kowalczyk-Juśko A., Szymańska M. 2017. Poferment nawozem dla rolnictwa. Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa [dok. elektr.: http://ksow.pl/uploads/tx_library/files/poferment_nawozem_dla_rolnictwa_01.pdf, data wejścia 3.12.2020].
13. Kowalik P., Scalenghe R. 2009. Potrzeby wodne roślin energetycznych jako problem oddziaływania na środowisko w Polsce. *Polska Inżynieria Środowiska*. Pięć lat po wstąpieniu o Unii Europejskiej. 3. 61-69.
14. Michalski T. 2002. Kukurydza źródłem surowca dla różnych gałęzi przemysłu. *Więś Jutra*. 6(47). 69-75.
15. 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. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-23-3 ss. 140.
16. Mystkowski E. 2009. Biogazownie rolnicze – możliwości i perspektywy. [dok. elektr.: <http://odr.pl/ekologia-i-srodowisko/energia-odnawialna/biogazownie-rolnicze>, data wejścia 3.12.2020].
17. Piotrowski K., Romanowska-Duda Z., Grzesik M. 2014. Zmiany klimatyczne a uprawa roślin energetycznych. *Acta Innovations*. ISSN 2300-5599.

18. Podlaski Ośrodek Doradztwa Rolniczego. 2020. [dok. elektr.: <http://odr.pl/ekologia-i-srodowisko/energia-odnawialna/wykaz-odnawialnychzrodel-energii-w-województwie-podlaskim/>. data wejścia 3.12.2020].
19. Rejestr wytwórców biogazu rolniczego. [dok. elektr.: www.kowr.gov.pl/odnawialne-zrodla-energii/biogaz-rolniczy/wytworcy-biogazu-rolniczego/rejestr-wytworcow-biogazu-rolniczego. data wejścia 3.12.2020].
20. Szlachta J., Tupieka M. 2013. Analiza opłacalności produkcji kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę jako substratu do biogazowni. Inżynieria rolnicza. 3(145). t. 1. 375-386.
21. Tryjanowski P., Dajdok Z., Kujawa K., Kałuski T. 2011. Zagrożenia różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym: czy badania wykonywane w Europie Zachodniej pozwalają na poprawną diagnozę w Polsce? Polish Journal of Agronomy. 4. 113-119.
22. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2020 r. poz. 261, z późn. zm).
23. Woźniak E. 2016. Występowanie elektrowni biogazowych w Polsce i czynniki ich lokalizacji. Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska. tom 8. Praca zbiorowa [red.] Kaźmierczak B., Kotowski A., Piekarska K. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej [dok. elektr.: www.eko-dok.pl/2016/128.pdf, data wejścia 3.12.2020].
24. Wspólny wysiłek redukcyjny: cele redukcji emisji dla państw członkowskich. [dok. elektr.: https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_pl. data wejścia 3.12.2020].
25. Zarębski P. 2013. Uwarunkowania przestrzenne i lokalizacja biogazowni w Polsce. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki. t. XVI z. 3. 331-336.

BIOGAS PLANTS IN THE CONTEXT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS ON THE EXAMPLE OF THE PODLASKIE PROVINCE

Summary

One of the causes of climate change is high exhaust emissions from combined heat and power plants and many case furnaces. In order to release these verbal energy sources, gradually switch to the production of electricity from renewable sources (RES). Hence, there are many sources of renewable energy. The article presents the possibility of obtaining energy from agricultural substrates. One of the methods is the production of biogas in the methane fermentation process in agricultural biogas plants. For the production of biogas in agricultural biogas plants in agricultural biogas is maize silage, slurry, and other waste from agriculture and agri-food processing. 9 biogas plants are registered in the Podlaskie Voivodship, producing about 9.5 million m³ of biogas, allowing for the production of 7.695 MWe. The substrates in these biogas plants are mainly maize and agricultural waste (slurry). The positive effects of cultivating plants for energy purposes, as well as the impact of monoculture perennial crops on the agricultural cultivation of agrocenoses were indicated.

Keywords: biogas, emissions, rays, energy plants, cogenerator, sustainable development