

POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI ROZWOJU BIOGAZOWNI NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO

Michał Jasiulewicz, Dorota A. Janiszewska
Katedra Polityki Ekonomicznej i Regionalnej, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. W pracy przyjęto dwa cele badawcze. Pierwszym celem jest wskazanie gmin o najkorzystniejszych warunkach dla rozwoju biogazowni rolniczych. Drugim celem jest ocena teoretycznego potencjału biomasy wykorzystywanej jako substrat w biogazowniach rolniczych. W artykule wzięto pod uwagę gminy wiejskie oraz miejsko-wiejskie. Poziom uwarunkowań wyznaczono metodą wskaźnika syntetycznego. W artykule wzięto pod uwagę, takie substraty jak: nawozy organiczne, kiszonkę z kukurydzy, kiszonkę z traw, kiszonkę z liści buraków, odpady przemysłu rolno-spożywczego. Z badań wynika, że najkorzystniejsze warunki dla rozwoju biogazowni rolniczych znajdują się w północno-zachodniej części regionu. Oszacowano, iż największą ilość energii można pozyskać z nawozów organicznych oraz kiszonki kukurydzy. Natomiast łączny potencjał energetyczny zasobów znajdujących się w regionie wynosi 638,7 GWh i może zaspokoić 10% zapotrzebowania na energię elektryczną.

Słowa kluczowe: biogazownia rolnicza, biogaz, nawóz naturalny, kiszonka z kukurydzy, województwo zachodniopomorskie, potencjał energetyczny, biomasa.

Wstęp

Zgodnie z dokumentem „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010 – 2020” szansy na rozwój biogazu upatruje się w dużym potencjale energetycznym krajowego rolnictwa. Teoretyczny potencjał surowcowy kraju szacuje się na poziomie 5 mld m³ biogazu (Kierunki..., 2010). Potencjał ten zakłada wykorzystanie w pierwszej kolejności produktów ubocznych rolnictwa, płynnych i stałych odchodów zwierzęcych oraz produktów ubocznych i pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Wraz z wykorzystaniem wymienionych surowców przewiduje się również uprawę roślin, w tym także z przeznaczeniem na cele energetyczne (na ok. 700 tys. ha), które zostaną wykorzystane jako substrat do biogazowni.

Instalacje biogazowe są instalacjami bardzo specyficznymi. Na rodzaj wybranej i zastosowanej technologii produkcji biogazu decydujący wpływ mają substraty, które będą

w niej wykorzystane. Rodzaj i ilość, zawartość suchej masy, ewentualna konieczność wstępnej obróbki – to podstawowe czynniki decydujące o doborze elementów całej instalacji i o przebiegu procesu (Latocha i in., 2011).

Biogaz rolniczy jest paliwem gazowym otrzymywanym z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej (Latocha i in., 2011). Fermentacja metanowa jest jedną z metod unieszkodliwiania odchodów zwierzęcych połączonych z produkcją biogazu i może być zastosowana niemal do wszystkich odpadów organicznych w produkcji rolnej (Kuczyńska i in., 2011). Szczególnie przydatne do produkcji metanu są nawozy organiczne, takie jak gnojowica, obornik czy pomiot kurzy. Jednak produkcja biogazu w oparciu o samą gnojowicę jest mało efektywna, gdyż surowiec ten jest ubogi w związki, które podczas fermentacji przekształcają się w biogaz. Stąd też aktualnie w biogazowniach rolniczych, oprócz odchodów zwierzęcych, stosuje się rośliny o wysokim potencjale produkcyjnym biomasy (Fugol i Szlachta, 2010). Do produkcji biogazu w zasadzie nadaje się każdy rodzaj biomasy roślinnej oprócz roślin zdrewniałych.

Dokumentem wspierającym rozwój biogazowni jest program „*Innowacyjna Energetyka – Rolnictwo Energetyczne*”. Program skupia się na trzech celach, takich jak:

- stworzenie optymalnych warunków dla rozwoju biogazowni rolniczych;
- wskazanie możliwości współfinansowania ze środków publicznych takich inwestycji;
- przeprowadzenie stosownych działań edukacyjno - promocyjnych w zakresie budowy i eksploatacji biogazowni rolniczych.

Sukcesywne wdrażanie tego programu powinno doprowadzić w 2020 roku do utworzenia średnio jednej biogazowni rolniczej w każdej gminie wykorzystującej biomasę pochodzenia rolniczego przy założeniu posiadania przez gminę odpowiednich warunków do uruchomienia takiego przedsięwzięcia (Program..., 2009).

Cel i metody badań

W pracy przyjęto dwa cele badawcze. Pierwszym celem jest próba wskazania gmin o najkorzystniejszych warunkach (bazie surowcowej) dla rozwoju biogazowni rolniczych na badanym obszarze. Badaniem zostały objęte gminy wiejskie i miejsko - wiejskie (Z uwagi na brak danych – nie uwzględniono gminy Dziwnów oraz Międzyzdroje). Natomiast drugim celem jest ocena teoretycznego potencjału posiadanej przez województwo bazy surowcowej możliwej do wykorzystania na potrzeby biogazowni rolniczych.

Dla uzyskania informacji o poziomie uwarunkowań województwa zachodniopomorskiego dla rozwoju biogazowni rolniczych posłużono się metodą wskaźnika syntetycznego. Uwzględniając przesłanki merytoryczne, statystyczne, a także dostępność danych do analizy przyjęto następujące wskaźniki cząstkowe: pogłowie zwierząt gospodarskich w SD na 100 ha użytków rolnych; odpady z przemysłu rolno-spożywczego na 100 ha użytków rolnych; udział łąk i pastwisk w użytkach rolnych; udział gospodarstw o powierzchni 15 ha i więcej w ogólnej liczbie gospodarstw oraz udział gruntów pod zasiewami w użytkach rolnych. Wszystkie cechy potraktowano jako stymulanty rozwoju biogazowni rolniczych w regionie.

Wybrane cechy proste znormalizowano przy pomocy procesu unitaryzacji. Zastosowano następującą formułę (Wysocki i Lira, 2003):

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \quad \text{dla stymulant,} \quad (1)$$

Do wyznaczenia wartości wskaźników syntetycznych wykorzystano metodę bezwzorcową, polegającą na uśrednieniu znormalizowanych wartości cech prostych:

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^m z_{ij}}{m}, \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad \text{wartości } q_i \text{ należą do przedziału } (0,1) \quad (2)$$

Na podstawie wartości wskaźników syntetycznych, ich średniej arytmetycznej oraz odchylenia standardowego podzielono badaną zbiorowość na pięć klas o różnym poziomie uwarunkowań dla rozwoju biogazowni rolniczych.

Dla oszacowania teoretycznego potencjału znajdujących się na obszarze województwa zachodniopomorskiego surowców wykorzystywanych jako substrat w biogazowniach rolniczych posłużono się następującymi formułami matematycznymi:

1. dla oszacowania zasobów siana z trwałych użytków zielonych:

$$P_{si} = A_I \cdot w_{ws} \cdot Y_{si} \quad (\text{t} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (3)$$

gdzie:

- P_{si} – potencjał siana;
- A_I – powierzchnia trwałych użytków zielonych (ha);
- w_{ws} – współczynnik wykorzystania na cele energetyczne (5–10%);
- Y_{si} – plon siana ($4 \text{ t} \cdot \text{ha} \cdot \text{rok}^{-1}$).

Natomiast potencjał energetyczny kiszonki z traw można oszacować przyjmując: zawartość suchej masy na poziomie 25–50%; zawartość suchej masy organicznej (s.m.o. %) 70–95; uzysk biogazu na poziomie $550\text{--}620 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ s. m.o. oraz zawartość CH_4 (% obj.) w biogazie 54–55% (Kołodziej i Matyka, 2012).

2. dla oszacowania potencjału biogazu rolniczego na podstawie danych o liczbie pogłównia zwierząt:

$$P_{br} = L \cdot W_{bsd} \cdot 365 \quad (4)$$

gdzie:

- P_{br} – potencjał biogazu rolniczego ($\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$);
- L – liczba DJP;
- W_{bsd} – wskaźnik (tab.1.) produkcji biogazu w przeliczeniu na DJP ($\text{m}^3 \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$).

Do przeliczenia sztuk fizycznych na sztuki duże przyjęto następujące wskaźniki: bydlę – 0,8 DJP, trzoda chlewna – 0,2 DJP, drób – 0,004 DJP (Kołodziej i Matyka, 2012).

Tabela 1
Wskaźnik produkcji biogazu w_{bsb} ($m^3 \cdot DJP^1 \cdot d^{-1}$)
 Table 1
Biogas production ratio w_{bsb} ($m^3 \cdot LSU^1 \cdot d^{-1}$)

Bydło		Trzoda chlewna	Drób
gnojowica 1,5–2,9	obornik 0,56–1,5	0,6–1,25	3,5–4,0
średnio 1,5		średnio 1,0	średnio 3,75

Źródło: Klugmann-Radziemska, (2006)

$$P_{bre} = P_{br} \cdot w_{zm} \cdot 36 \quad (5)$$

gdzie:

- P_{bre} – potencjał energetyczny biogazu rolniczego ($MJ \cdot rok^{-1}$);
- P_{br} – potencjał biogazu rolniczego ($m^3 \cdot rok^{-1}$);
- w_{zm} – współczynnik zawartości CH_4 w biogazie (średnio 0,57).

3. dla oszacowania potencjału odpadów z przemysłu rolno - spożywczego:

$$P_{bp} = V \cdot w_{sm} \cdot w_{smo} \cdot W_{CH_4} \quad (6)$$

gdzie:

- P_{bp} – potencjał biogazu z przemysłu rolno - spożywczego;
- V – ilość odpadu ($kg \cdot rok^{-1}$);
- w_{sm} – współczynnik zawartości suchej masy;
- w_{smo} – współczynnik zawartości suchej masy organicznej; w_{CH_4} – wydajność metanu na kg s. m. o.

4. dla oszacowania potencjału biogazu rolniczego z liści buraków cukrowych przyjęto stosunek plonu korzeni do plonu liści jak 1:0,6; zawartość suchej masy na poziomie 16%; zawartość suchej masy organicznej (s.m.o.%) 75–80; uzysk biogazu na poziomie 550–600 $m^3 \cdot t^{-1}$ s.m.o. oraz zawartość CH_4 (% obj.) w biogazie 54–55% (Kołodziej i Matyka, 2012).
5. dla oszacowania wydajności biogazu z hektara kukurydzy przyjęto niski plon kukurydzy na poziomie 30 $t \cdot ha^{-1}$; zawartość suchej masy na poziomie 20–35%; zawartość suchej masy organicznej (s.m.o. %) 85–95; uzysk biogazu na poziomie 450–700 $m^3 \cdot t^{-1}$ s.m.o. oraz zawartość CH_4 (% obj.) w biogazie 50–55% (Kołodziej i Matyka, 2012).

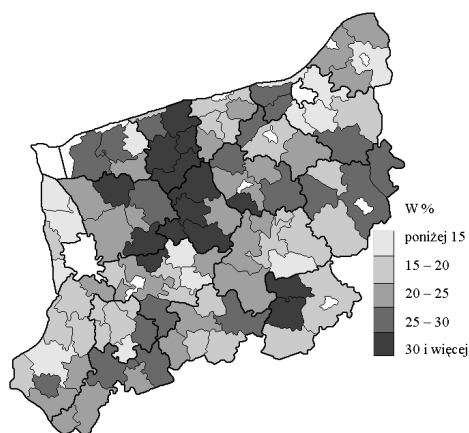
Uwarunkowania rolnictwa województwa dla rozwoju biogazowni rolniczych

Do głównych czynników, które kształtują strukturę rolnictwa w województwie zachodniopomorskim możemy zaliczyć: dużą powierzchnię gospodarstw, korzystny odsetek zatrudnionych w rolnictwie oraz ukierunkowanie na produkcję roślinną, w tym przede wszystkim zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych.

Średnia wielkość powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym na koniec 2012 roku w województwie zachodniopomorskim wynosiła 30,67 ha i była największa spośród wszystkich województw Polski. Dla porównania średnia dla Polski ukształtowała

się na poziomie 10,38 ha. Duża powierzchnia gospodarstw stwarza wiele szans, takich jak np.: możliwość specjalizacji, koncentracji produkcji, a także wykorzystania efektu skali. Wykorzystując te możliwości rolnicy mogą generować wyższe dochody, które umożliwiają im zakup maszyn, nawozów oraz środków ochrony roślin i dają możliwość konkurencji z dużymi gospodarstwami w UE.

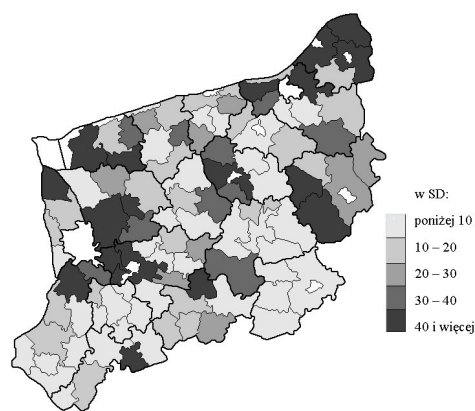
Obszarami charakteryzującymi się największym udziałem gospodarstw o powierzchni 15 ha i większej w gospodarstwach ogółem są powiaty: gryficki, łobeski oraz częściowo stargardzki oraz wałecki (rys.1.).



Rysunek 1. Udział gospodarstw o powierzchni 15 ha i więcej w gospodarstwach ogółem

Figure 1. Share of farms of 15 ha area and more in the total number of farms

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Powszechnego Spisu Rolnego 2010



Rysunek 2. Pogłowie zwierząt w SD na 100 ha użytków rolnych

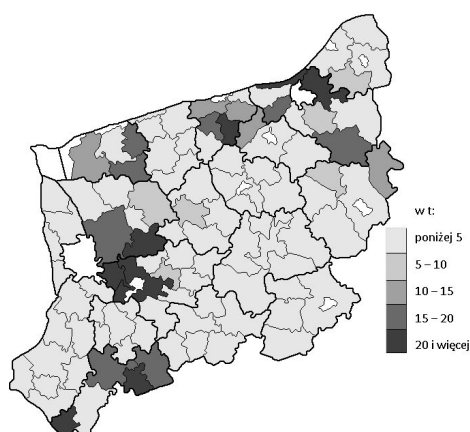
Figure 2. Livestock in SD per 100 ha of arable lands

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Powszechnego Spisu Rolnego 2010

Ze względu na fakt, iż głównym substratem do produkcji biogazu rolniczego są nawozy organiczne, takie jak gnojowica czy obornik, konieczna jest również analiza liczby zwierząt gospodarskich znajdujących się na obszarze regionu. Zwierzętami hodowlanymi dominującymi są trzoda chlewna, bydło i drób. Wg danych GUS liczba bydła oraz trzody chlewnej spada natomiast zwiększa się liczba drobiu. Za główną przyczynę takiego stanu rzeczy przyjmuje się spadek opłacalności hodowli, na co składa się relatywny spadek cen żywca rzeźnego, wzrost kosztów produkcji i niepewność zbytu. Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych może przyczynić się do poprawy tego stanu i zahamowania tendencji spadkowej (Rzepa, 2010). Jednak trzeba pamiętać, iż budowa biogazowni na określonym terenie musi mieć swoje uzasadnienie w postaci surowca do produkcji biogazu. Dlatego też hodowla zwierząt w pobliżu instalacji powinna być zagęszczona lub prowadzona w oparciu o duże fermy.

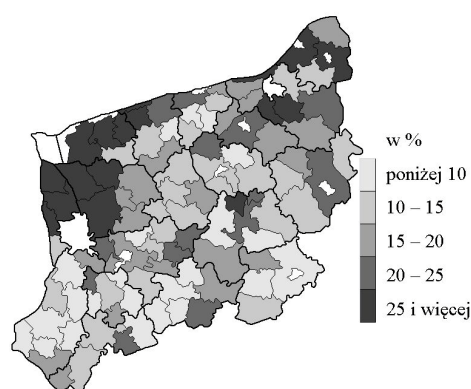
Liczba pogłowia zwierząt w SD w układzie gminnym (rys. 2.) jest w znacznym stopniu zróżnicowana, najczęściej gmin z dużą liczbą zwierząt gospodarskich skupia się wokół dwóch największych miast województwa, a mianowicie wokół Szczecina i Koszalina. W województwie w 2010 roku znajdowało się 105,3 tys. szt. bydła, 1211,1 tys. szt. trzody chlewnej oraz 10389,6 tys. szt. drobiu (Rolnictwo..., 2011). Przeliczając liczbę zwierząt na DJP oraz szacując zgodnie z założeniami można uzyskać 191,4 mln m³ rok⁻¹ biogazu o zawartości CH₄ 57%.

Oprócz produkcji zwierzęcej pewien potencjał produkcji biogazu występuje w zakładach przetwarzających produkty pochodzenia rolniczego (rys. 3.), takich jak: cukrownie, gorzelnie, browary, ubojnie czy zakłady przetwórstwa owocowo-warzywnego. Potencjał ten można ustalić na podstawie ilości odpadów, dla których fermentacja metanowa jest zalecaną metodą przetwarzania (Kołodziej i Matyka, 2012). Przy wykorzystaniu na cele energetyczne nie są one jednak ostatecznie zagospodarowane, gdyż podczas produkcji biogazu powstaje osad fermentacyjny, a przy spalaniu popioły. Osady pofermentacyjne mogą być wykorzystane do nawożenia, jeżeli spełnią warunki określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 VII 2010 r.



Rysunek 3. Odpady z przemysłu rolno-spożywczego na 100 ha użytków rolnych
Figure 3. Agro-food waste per 100 ha of arable lands

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Marszałkowskiego Województwa Zachodniopomorskiego



Rysunek 4. Udział łąk i pastwisk w użytkach rolnych w województwie zachodniopomorskim
Figure 4. Share of meadows and pastures in arable lands in Zachodniopomorskie voivodeship

Źródło: Opracowanie własne

W województwie zachodniopomorskim najczęściej odpadów z przemysłu rolno-spożywczego znajduje się w jego północnej oraz zachodniej części. Z informacji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Zachodniopomorskiego wynika, iż na terenie badanego

obszaru zanotowano 217,5 tys. t odpadów z przemysłu rolno-spożywczego (grupa 02 wg katalogu odpadów) z których można uzyskać ok. 10,9 mln m³·rok⁻¹ biometanu.

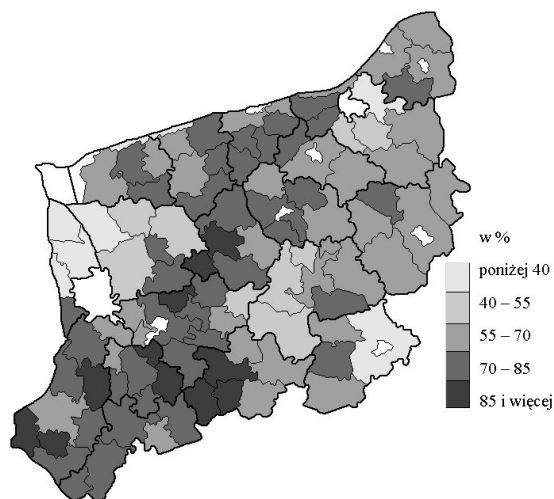
Siano uzyskiwane z trwałych użytków zielonych jest głównie wykorzystywane jako pasza. Ze względu na fakt, iż w województwie zachodniopomorskim notuje się w ostatnich latach spadek pogłowia zwierząt mamy do czynienia z nadwyżką powierzchni trwałych użytków zielonych nad zapotrzebowaniem rolnictwa. Wiąże się to z ekstensywnym użytkowaniem lub wręcz zaniechaniem zbioru siana i degradacją łąk. W związku z nie wykorzystaniem produkcyjnym łąk i pastwisk na cele paszowe, część biomasy z tych terenów można wykorzystać na cele energetyczne.

W województwie zachodniopomorskim obszarami o największym udziale łąk i pastwisk są tereny północno-zachodniej jego części (rys. 4.). Na badanym obszarze mamy do czynienia ze zmniejszającym się arealem łąk i pastwisk w 2010 roku zajmowały one obszar 157,2 tys. ha (Rolnictwo..., 2011), natomiast w 2012 już tylko 143 tys. ha. Przyjmując że na cele energetyczne zostanie wykorzystane 10% tego arealu to przy przyjętych założeniach możemy uzyskać ok. 11,4 mln m³·rok⁻¹ biogazu o zawartości CH₄ 54-55% (2010 r.).

Na potrzeby biogazowni wykorzystuje się również zboża, które są zbierane w odpowiedniej fazie i stosowane jako substrat uzupełniający w postaci kiszonek. Za najlepszy substrat roślinny używany w biogazowniach rolniczych uważa się kiszonkę kukurydzy zbieraną w fazie dojrzałości ciastowatej. Za wartościowy substrat uznaje się również kiszonki ze zbóż zbieranych w fazie ciastowatej (tzw. GPS), jednak plony zbóż są zdecydowanie mniejsze niż kukurydzy. Dobrym substratem jest także kiszonka z buraka cukrowego, jednak nakłady na uprawę buraka oraz zakiszanie w rękawach foliowych są duże i konieczne jest stosowanie specjalistycznych maszyn (Kołodziej i Matyka, 2012).

Rysunek 5. Udział gruntów pod zasiewami w użytkach rolnych w gminach wiejskich i miejsko-wiejskich województwa zachodniopomorskiego

Figure 5. Share of cropping lands in arable lands in rural and urban - rural municipalities of Zachodniopomorskie voivodeship



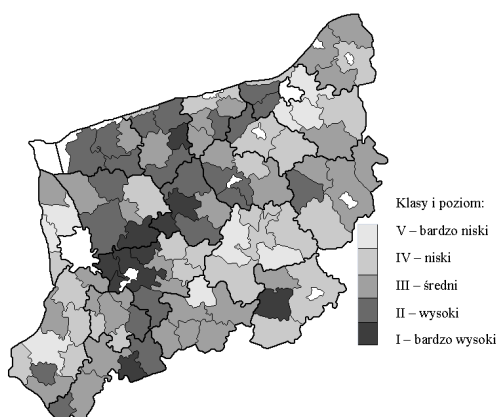
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Powszechnego Spisu Rolnego 2010

Uprawy kukurydzy w województwie zachodniopomorskim sukcesywnie wzrastają w 2010 roku pod uprawami kukurydzy znajdowało się 9,2 tys. ha (Rolnictwo..., 2011), natomiast w 2012 już prawie 22 tys. ha. Natomiast uprawy buraków nieznacznie się zmniejszają w 2010 roku pod zasiewami znajdowało się 12,1 tys. ha, (Rolnictwo..., 2011) a w 2012 11,4 tys. ha, pomimo mniejszego areału zbiory buraków cukrowych w 2012 roku były większe niż 2010.

Największym udziałem gruntów pod zasiewami na badanym obszarze charakteryzują się gminy zlokalizowane w pasie ciągnącym się od południowego zachodu do środkowego wybrzeża (rys. 5). Jeżeli przyjmiemy, iż pod uprawę kukurydzy na cele energetyczne można przeznaczyć w regionie 13,2 tys. ha (Jasiulewicz, 2010) to biorąc pod uwagę wcześniej opisane założenia można uzyskać 56,4 mln m³·rok⁻¹ biogazu o zawartości CH₄ 50–55% (2010r.). Natomiast przeznaczając na kiszonkę również liście buraków cukrowych to przy przyjętych założeniach można uzyskać ok. 39,6 mln m³·rok⁻¹ biogazu o zawartości CH₄ 54–55% (2010 r.).

Wyniki

Na podstawie miernika syntetycznego poziomu uwarunkowań dla rozwoju biogazowni rolniczych gminy województwa zachodniopomorskiego podzielono na 5 klas o różnym poziomie uwarunkowań (tab. 2., rys. 6.). W pierwszej klasie charakteryzującej się najlepszymi warunkami dla rozwoju potencjalnych inwestycji biogazowych znalazło się 9 gmin badanego obszaru. W klasie tej wszystkie średnie wartości wskaźników prócz udziału łąk i pastwisk wykazują najwyższy poziom w stosunku do reszty klas. Gminy znajdujące się w tej klasie charakteryzują się największą ilością odpadów przemysłu rolno-spożywczego na 100 ha UR, największym udziałem gospodarstw o powierzchni 15 ha i większym znacznym udziałem gruntów pod zasiewami oraz liczbą zwierząt gospodarskich na 100 ha UR. Gminy tej klasy zlokalizowane są głównie w powiecie stargardzkim, goleniowskim oraz łobeskim.



Rysunek 6. Poziom uwarunkowań gmin województwa dla rozwoju biogazowni rolniczych

Figure 6. The level of conditions of the voivodeship municipalities for development of agricultural biogas plants

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Powszechnego Spisu Rolnego 2010

Klasa II charakteryzująca się również dość korzystnymi warunkami dla rozwoju biogazowni skupiła, aż 22 gminy. Gminy klasy II podobnie jak I charakteryzują się wysokim udziałem zasiewów w UR, gospodarstw o powierzchni 15 ha i większej oraz wyższym niż w klasie I udziałem łąk i pastwisk. Największe różnice między tymi klasami występują w ilości odpadów przemysłu rolno-spożywczego oraz liczbą zwierząt gospodarskich w SD na 100 ha UR. Gminy te zlokalizowane są w większości przypadków wokół gmin klasy I.

Klasa III skupiła 34 gminy charakteryzujące się średnim poziomem uwarunkowań dla rozwoju biogazowni rolniczych. Wszystkie wartości wskaźników okazały się zbliżone do wartości przeciętnych dla badanego regionu, co potwierdza średni poziom badanego zjawiska tej klasy. Gminy tej klasy zlokalizowane są w północnej oraz południowej części regionu.

Tabela 2

Poziom uwarunkowań województwa zachodniopomorskiego dla rozwoju biogazowni rolniczych

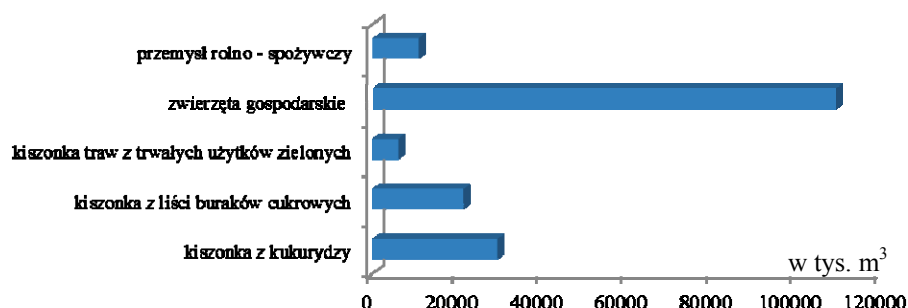
Table 2

The level of conditions of Zachodniopomorskie voivodeship for development of agricultural biogas plants

Wskaźniki	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5	Ogółem
Wskaźnik syntetyczny	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Odpady z przemysłu rolno-spożywczego na 100 ha UR (w t)	36,4	10,1	3,9	2,4	5,4	7,9
Udział łąk i pastwisk w UR (w%)	13,6	18,5	19,2	16,8	19,9	18,0
Udział gospodarstw o powierzchni 15 ha i więcej w gospodarstwach ogółem (w %)	32,1	27,6	22,7	17,6	12,3	22,3
Pogłowie zwierząt na 100 ha UR (w SD)	92,9	33,5	21,1	18,1	20,1	29,3
Udział gruntów pod zasiewami w UR (w%)	77,5	73,2	69,4	66,2	49,5	68,3
Liczba jednostek w klasie	9	22	34	27	9	101

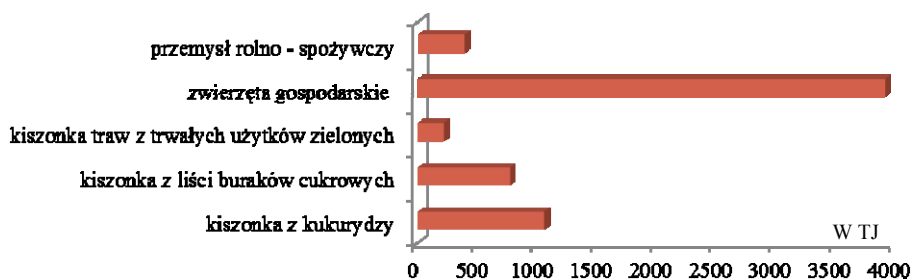
W regionie gmin o niskim i bardzo niskim (klasa IV i V) poziomie uwarunkowań dla rozwoju biogazowni jest, aż 36 i stanowią one 35,6% wszystkich gmin w regionie. Wszystkie wartości wskaźników prócz udziału łąk i pastwisk w UR znacznie odbiegają od średnich wartości przyjętych dla wszystkich gmin województwa. Gminy te zlokalizowane są we wschodniej części badanego regionu.

Biorąc pod uwagę ilość możliwego do pozyskania biometanu z dostępnych surowców możliwych do wykorzystania na cele energetyczne to najwięcej biometanu możemy uzyskać w oparciu o wykorzystanie nawozów organicznych ($109,1 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$) oraz kiszonkę kukurydzy ($29,5 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$).



Rysunek 7. Ilość biometanu uzyskanego z rolnictwa badanego obszaru (w tys. m³·rok⁻¹)
 Figure 7. The amount of biogas obtained from the researched area (in thousands m³·year⁻¹)

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń



Rysunek 8. Wartość energetyczna substratów możliwych do wykorzystania w regionie do produkcji biogazu rolniczego (w TJ·rok⁻¹)
 Figure 8. Energy value of substrates possible to be used in the region for production of agricultural biogas (in TJ·year⁻¹)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie obliczeń

Podobnie sytuacja wygląda jeżeli chodzi o potencjał biogazu rolniczego to najwięcej energii można uzyskać wykorzystując nawozy organiczne (3 927,7 TJ·rok⁻¹) oraz z kiszonki kukurydzy (1 065,1 TJ·rok⁻¹).

Podsumowanie

Zgodnie z założonym pierwszym celem badań dokonano za pomocą miernika syntetycznego próby wskazania gmin o najkorzystniejszych warunkach (bazie surowcowej) dla rozwoju biogazowni rolniczych na badanym obszarze. Z przeprowadzonej analizy wynika, iż najkorzystniejszymi obszarami pod względem posiadanych zasobów są gminy znajdujące się w północno zachodniej części województwa głównie powiaty: stargardzki,

łobeski, goleniowski, gryficki, kamieński oraz gminy Tuczo oraz Nowogródek Pomorski. Powiatem o najmniej korzystnych warunkach dla biogazowni okazał się powiat drawski, a także częściowo koszaliński (gminy: Sianów, Manowo i Świeszyno).

Zgonie z założonym drugim celem dokonano również oceny teoretycznego potencjału energetycznego posiadanych przez województwo zasobów. Oszacowano iż na bazie posiadanych zasobów tj. odpady z przemysłu rolno-spożywczego, nawozów organicznych, traw z trwałych użytków zielonych, liści buraków cukrowych oraz kukurydzy w 2010 można było uzyskać łącznie 177,4 mln m³ biometanu rocznie, o całkowitej wartości energetycznej 6,4 tys. TJ-rok⁻¹. Przyjmując sprawność na poziomie 36% stwarza to możliwość pozyskania ok. 638,7 GWh energii elektrycznej. Całe województwo w 2010 zużyło ogółem 5 401 GWh energii elektrycznej, oznacza to, że inwestując instalacje biogazowe województwo jest w stanie pokryć ponad 10% własnego zapotrzebowania na energię elektryczną.

Ze względu fakt szeregu funkcji jakie może pełnić biogazownia rolnicza (jest narzędziem wspomagającym restrukturyzację wsi; umożliwia dywersyfikację produkcji rolnej; jest instalacją ochrony środowiska itp.), a także ze względu na charakter województwa zachodniopomorskiego często postrzeganego jako regionu turystycznego na terenie, którego znajduje się znaczna ilość obszarów chronionych, każda szansa na pozyskanie czystej energii niezanieczyszczającej tak cennego regionu powinna zostać wykorzystana.

Literatura

- Fugol, M.; Szlachta, J. (2010). Zasadność używania kiszonki z kukurydzy i gnojowicy świńskiej do produkcji biogazu. *Inżynieria Rolnicza*, 1(119), 169-174.
- Jasiulewicz, M. (2010). *Potencjał biomasy w Polsce*. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 123.
- Kołodziej, B.; Matyka, M. (2012). *Odnawialne źródła energii. Rolnicze surowce energetyczne*. Wyd. PWRiL, Poznań, 210-474.
- Kuczyńska, I.; Nogaj, A.; Pomyłka, R. (2011). Odpady w produkcji biogazu. Cz. II, e - Czytelnia, *Recykling*, 10(130).
- Klugmann - Radziemska, E. (2006). *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*. Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 55.
- Latocha, L.; Wereszczyński, D.; Jurkiewicz, A. (2011). *Innowacyjne technologie OZE w gminach wiejskich województwa mazowieckiego*. WFOS i GW, Warszawa, 13-18.
- Rzepa, J. (2010). *Potencjalne zasoby i możliwości wykorzystania energetycznego biomasy do produkcji biogazu w województwie zachodniopomorskim. (w:) Regionalny i lokalny potencjał biomasy energetycznej*. Jasiulewicz, M. (red.). Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 59.
- Wysocki, F.; Lira, J. (2003). *Statystyka opisowa*. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań, 173-175.
- Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010-2020*. Warszawa, Ministerstwo Gospodarki,(2010). Pozyskano z: www.mg.gov.pl/node/11898
- Program Innowacyjna Energetyka – Rolnictwo Energetyczne*. Warszawa, Program przygotowany we współpracy z Ministrem Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Gospodarki, (2010). Pozyskano z: www.biogaz.com.pl/.../072_ProgramBiogazownie_MG_09072009_KM.pdf.
- Rolnictwo w województwie zachodniopomorskim w 2010 r.* Szczecin, Urząd Statystyczny w Szczecinie, 2011. Pozyskano z: [www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/szczec/ASSETS_Rolnictwo2011\(1\).pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/szczec/ASSETS_Rolnictwo2011(1).pdf)

POTENTIAL POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT OF BIOGAS PLANTS ON THE EXAMPLE OF ZACHODNIOPOMORSKIE VOIVODESHIP

Abstract. The article assumes two research objectives. The first research objective is to indicate communities that have the best development conditions for agricultural biogas plants. The second research objective is the theoretical evaluation of the biomass potential as a substrate in agricultural biogas plants. The research was conducted on both the rural and urban-rural municipalities. The municipalities determinants levels were determined using the synthetic indicator. The research was conducted on substrates such as: manure, corn silage, grass silage, beet leaf silage, agro - food industry wastes. The research results indicate that the best conditions for the development of agricultural biogas plants are in the north-western part of the region. It was estimated that the maximum quantities of energy can be obtained from organic fertilizers and corn silage. Whereas, the total energy resources potential in the region amounts to 638.7 GWh and can meet 10% of electricity demands.

Key words: agricultural biogas plant, biogas, manure, corn silage, Zachodniopomorskie voivodeship, energy potential, biomass

Adres do korespondencji:

Dorota Agnieszka Janiszewska; e-mail: dorota.janiszevska@tu.koszalin.pl
Katedra Polityki Ekonomicznej i Regionalnej
Politechnika Koszalińska
ul. Kwiatkowskiego 6e
75-343 Koszalin