

POTENCJAŁ TECHNICZNY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA BIOGAZU UTYLIZACYJNEGO NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO

Autor: Bartłomiej Igliński, Roman Buczkowski

("Rynek Energii" - sierpień 2017)

Słowa kluczowe: biogazownie utylizacyjne, energia odnawialna, biogaz, województwo warmińsko-mazurskie

Streszczenie. Ze względu na warunki klimatyczne i znaczną odległość od elektrowni węglowych, w województwie warmińsko-mazurskim obserwuje się częste przerwy w dostawach prądu. Jednym z rozwiązań jest budowa biogazowni utylizacyjnych. Obliczono, że potencjał techniczny biogazu utylizacyjnego wynosi 102,9 mln m³ rocznie. Ilość ta pozwoliłaby pokryć ponad 5,5% zapotrzebowania województwa na energię elektryczną oraz 8,2% zapotrzebowania województwa na ciepło. Wykorzystanie biogazu jako paliwa w samochodach osobowych pozwoliłoby na przejechanie w ciągu roku średnio 904 mln km (biometan) bądź 948 mln km (prąd). Rozwój biogazowni utylizacyjnych i zakładów z nimi związanych spowoduje ożywienie gospodarcze regionu, zwiększając liczbę miejsc pracy w innych sektorach gospodarki.

1. WSTĘP

Województwo warmińsko-mazurskie energię elektryczną kupuje z zewnątrz, płacąc najwyższe stawki w Polsce. Jest to spowodowane tym, że w województwie nie pracuje żadna elektrownia węglowa, więc cena energii wzrasta, gdyż doliczane są opłaty za przesył. Wysokie ceny energii w pewnym stopniu hamują rozwój gospodarczy regionu [1].

Jak wcześniej wspomniano, energia elektryczna płynie do województwa warmińsko-mazurskiego z odległych o setki kilometrów elektrowni. Wichury lub mokry śnieg bardzo często zrywają kable energetyczne, w wyniku czego przestaje do niektórych regionów dopływać prąd. Instytut Energii Odnawialnej przeprowadził badania, z których wynika że niemal każdego dnia rolnicy borykają się z problemem dostaw energii, a także zbyt niskiego napięcia w sieci elektroenergetycznej. W wyniku częstych zmian napięć niszczeniu ulegają urządzenia elektryczne [1].

Rozwiązaniem wcześniej wymienionych problemów jest szybszy rozwój własnej energetyki opartej na lokalnych źródłach energii, czyli na energetyce odnawialnej (OZE). Energetyka odnawialna to niewielkie jednostki wytwórcze zlokalizowane blisko odbiorcy, co pozwala na podniesienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego oraz zmniejszenie strat przesyłowych. Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych cechuje się niewielką lub zerową emisją zanieczyszczeń, co zapewnia pozytywne efekty ekologiczne [21].

Rozwój OZE sprzyja zdecentralizowanemu społeczeństwu, zasilanemu siecią mniejszych i bezpieczniejszych elektrowni i wzmocnieniu społeczności lokalnych. Dziś pieniądze na zakup paliw i prądu wypływają ze wsi szerokim strumieniem, zubożając ją. Rozwój OZE sprawia, że to mieszkańcy wsi będą beneficjentami – to oni będą dostarczać odpady do biogazowni, a niektórzy znajdą pracę w nowych zakładach. Własna produkcja energii poprawi też jakość infrastruktury i życia na wsi. Sieci energetyczne w rejonach wiejskich są często w fatalnym stanie i sytuacja ta się nie poprawia – koncerny energetyczne nie chcą tam inwestować, bo rozległa infrastruktura jest kosztowna, a odbiorców mało [26].

Celem pracy było oszacowanie potencjału technicznego biogazu utylizacyjnego w województwie warmińsko-mazurskim. Jest to najbardziej stabilne źródła energii odnawialnej, praktycznie niezależne od warunków pogodowych.

2. STRATY FINANSOWE WYNIKAJĄCE Z PRZERW W DOSTAWACH ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Rozporządzenie Ministra Gospodarki [27] określa maksymalne dopuszczalne czasy trwania przerw w dostawie energii dla poszczególnych grup przyłączeniowych odbiorców (tablica 1). W przypadku podmiotów zasilanych napięciem niższym od 1 kV maksymalny czas pojedynczej przerwy nie może być większy od 16 godzin dla przerwy planowanej oraz 24 godziny dla nieplanowanej. Czas trwania przerw w roku stanowiący sumę czasu trwania przerw jednorazowych długich oraz bardzo długich limituje się do 35 godzin dla przerw planowanych oraz 48 godzin dla nieplanowanych [23].

Tablica 1. Podział przerw w dostawie energii elektrycznej z uwagi na czas trwania [23]

Typ przerwy	Mikroprzerwa	Krótką	Długa	Bardzo długa	Katastrofalna
Czas trwania	< 1 s	1 s – 3 min	3 min – 12 h	12 h – 24 h	> 24 h

Wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) jest definiowany jako suma iloczynów trwania przerwy i liczby odbiorców narażonych na działanie tej przerwy w ciągu roku, podzielona przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców:

$$SAIDI = \frac{\sum t_p N_p}{N} \quad (1)$$

gdzie:

t_p – czas trwania przerwy długiej lub bardzo długiej,

N_p – liczba odbiorców narażonych na skutki przerwy,

N – łączna liczba odbiorców obsługiwana przez operatora [23].

W Polsce wskaźnik ten wyniósł w 2016 r. 305,1 minut [24], podczas gdy np. w Danii i Niemczech było to niecałe 50 minut [30].

Wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) definiowany jest jako liczba wszystkich przerw długich i bardzo długich n_p w ciągu roku podzielona przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców [4]:

$$SAIFI = \frac{n_p}{N}. \quad (2)$$

W ostatnich latach wskaźnik SAIFI w Polsce był na poziomie około 4, ale w 2016 r. wyniósł 0,54 [23]. Jest to wartość zbliżona do tych, jakie są w Niemczech czy Danii.

Wskaźnik przeciętnej częstości przerw krótkich MAIFI (*Momentary Average Interruption Frequency Index*) określa liczbę odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw krótkich N_{pk} w ciągu roku, podzieloną przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców, tj.

$$MAIFI = \frac{N_{pk}}{N} \quad (3)$$

Według danych PSE [24] w 2016 r. MAIFI wyniósł 0.

Poniżej oszacowano koszty wynikających tylko i wyłącznie z przestoju w pracy spowodowanych brakiem zasilania. Należy więc stwierdzić, że oszacowane w ten sposób straty są mniejsze niż straty ponoszone przez polską gospodarkę. Przyjęto, że przerwy w dostawach energii elektrycznej rozkładają się równo na dni robocze oraz dni wolne od pracy. Dla uproszczenia przyjęto także, że PKB wytwarzane jest liniowo przez 16 godzin doby przez 250 dni w roku:

$$S_{PKB} = \frac{PKB \cdot SAIDI_{tp}}{t_{PKB}}, \quad (4)$$

gdzie:

S_{PKB} – strata PKB,

$SAIDI_{tp}$ – SAIDI czasu pracy,

t_{PKB} – czas wytwarzania PKB.

Jak już wcześniej wspomniano SAIDI dla Polski w 2016 r. wyniosło 305,1 minut [6], PKB zaś 1854 mld PLN [18]. Czas wytworzenia PKB to 240000 minut, zaś SAIDI czasu pracy 139,3 minut, co oznacza że szacunkowo straty w skali kraju sięgają 1,1 mld PLN.

Sieci miejskie charakteryzują się znacznie niższymi wskaźnikami SAIDI oraz SAIFI, co wynika m.in. z większej gęstości odbiorców oraz większej długości sieci kablowych. W województwie warmińsko-mazurskim znaczna część ludności mieszka na terenach wiejskich. Co więcej, jest to obszar o największej ilości dni z mrozem i opadami śniegu, co zwiększa prawdopodobieństwo uszkodzeń sieci energetycznej i przerw w dostawach prądu [3].

3. STAN AKTUALNY WYKORZYSTANIA BIOGAZU W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM

W województwie warmińsko-mazurskim na koniec 2010 r. pracowały 4 biogazownie przy oczyszczalniach ścieków o łącznej mocy elektrycznej 1,452 MW. Ich liczba wzrosła do 6, moc zaś do 3,791 MW na koniec 2016 r. Na koniec 2010 r. w województwie pracowały tylko 2 biogazownie na składowiskach odpadów o łącznej mocy 1,142 MW. Do końca 2016 r. przybyła jeszcze jedna biogazownia „składowiskowa”, ich sumaryczna moc wynosi obecnie 1,574 MW.

Energia elektryczna i ciepło z powstałego biogazu wykorzystane są na miejscu, podnosząc rentowność zakładu, bądź są sprzedawane [2, 10].

Procesowi fermentacji metanowej można poddać wywar pogorzelniany, odchody zwierząt gospodarskich, odpady poubojowe, odpady z hodowli roślin, uprawy celowe roślin energetycznych czy odpady spożywcze. Pierwsza biogazownia rolnicza w województwie warmińsko-mazurskim została uruchomiona w 2012 r. Początkowo miała moc elektryczną 1 MW, która została zwiększona do 2 MW. Obecnie pracuje 10 biogazowni rolniczych o łącznej mocy 9,469 MW (tablica 2) [2, 10].

Tablica 2. Charakterystyka biogazowni rolniczych w województwie warmińsko-mazurskim, (opracowanie własne za [2, 10]).

Lp.	Miejscowość	Substraty	Wydajność, mln m ³ biogazu/rok	Moc, MW		Roczna produkcja, GWh	
				elektryczna	cieplna	energii elektrycznej	ciepła
1.	Boleszyn	gnojowica, kiszonka kukurydziana, wywar z gorzelnii, serwatka	7,84	2,00	0,505	4,6	4,4
2.	Łęguty	gnojowica, kiszonka kukurydziana, wywar z gorzelnii, kurzeniec ze słomą, gliceryna	4,56	1,20	1,620	12,8	13,0
3.	Sławkowo	kiszonka kukurydziana, gnojowica, obornik i wywar gorzelniany	1,68	0,400	0,640	5,5	5,3

4.	Giże	kiszonka kukurydziana, trawy, kurzeniec ze słomą	4,24	1,06	1,1	8,4	8,8 ¹
5.	Upały Małe	kukurydza, obornik, gnojowica	4,80	1,00	1,014	8,3	8,4
6.	Kisielice	kiszonka kukurydziana	3,99	1,00	0,649	5,0	5,4
7.	Zajdy	produkty organiczne pochodzenia rolniczego	3,90	1,06	0,640	5,5	5,3
8.	Jarnołtowo	gnojowica, odpady organiczne z przemysłu spożywczego, odpady poubojowe	0,86	0,25	b.d.	b.d.	b.d.
9.	Giżycko	odpady organiczne pochodzące z rolnictwa oraz przetwórstwa żywności	1,84	0,50	2,050	15,2	16,4
10.	Brzeźnica	kiszonka kukurydziana i wywar pogorzelniany	0,42	1,00	b.d.	b.d.	b.d.

b.d. – brak danych, ¹ – ciepło służy do suszenia słomy

4. POTENCJAŁ BIOGAZU W BIOGAZOWNIACH UTYLIZACYJNYCH W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM

Wykorzystywanie odpadów w biogazowniach rolniczych pozwala na zagospodarowanie (utylizację) odpadów np. z przemysłu spożywczego, stąd coraz częściej używa się określenia biogazownie rolniczo-utylizacyjne bądź biogazownie utylizacyjne, w których poza produkcją biogazu następuje utylizacja odpadów [1, 6, 14, 16].

Technologia w biogazowniach rolniczo-utylizacyjnych zakłada przetwarzanie surowców pochodzenia poprodukcyjnego z przemysłu spożywczego oraz rolniczego w odpowiednio dobranych proporcjach. W zależności od ilości dostępnej gnojowicy do procesu może być dozowana woda technologiczna w celu rozcieńczenia fermentującej biomasy [15, 29, 31].

4.1. Potencjał biogazu z odpadów rolniczych i spożywczych

Potencjał techniczny biogazu z gnojowicy w województwie warmińsko-mazurskim obliczono uwzględniając współczynniki przeliczeniowe sztuk zwierząt na duże jednostki przeliczeniowe inwentarza *DJP* (500 kg) [27] – dla bydła przelicznik 0,8, dla trzody chlewnej 0,2, dla drobiu 0,004. Średnia ilość gnojowicy w przeliczeniu na 1 *DJP* wynosi 44,9 kg dla bydła, 43,5 kg dla trzody chlewnej oraz 26,8 kg dla drobiu [20]. Liczbę sztuk zaczerpnięto z danych Głównego Urzędu Statystycznego [8]. Przyjęto, że biogaz zawiera 60% metanu. Budowa biogazowni wykorzystujących gnojowicę i/lub pomiot ptasi jest technicznie i ekonomicznie uzasadniona w gospodarstwach o obsadzie co najmniej 100 sztuk bydła, 500 sztuk trzody chlewnej i 5000 sztuk drobiu [4]. Częściowo gnojowica jest już zagospodarowana w obecnie funkcjonujących biogazowniach, stąd potencjał techniczny biogazu rolniczego odchodów zwierząt

w województwie w roku 2016 należy przyjąć na poziomie 25% potencjału teoretycznego. Przyjęto, że uzysk biogazu z 1 tony gnojowicy bydłowej wynosi 50 m^3 , z gnojowicy świńskiej 55 m^3 , zaś z pomiotu ptasiego 140 m^3 . Ilość biogazu, który można pozyskać w województwie warmińsko-mazurskim wynosi 72 milionów m^3 (potencjał techniczny).

Biogaz pozyskać można również z odpadów spożywczych, odpadów poprodukcyjnych, zepsutej żywności, zwrotów żywności ze sklepów, odpadów zielonych, odpadów pogorzelnianych, odpadów browarniczych, itd. (tablica 3). Przyjęto, że potencjał techniczny odpadów rolno-spożywczych stanowi 30% potencjału teoretycznego [1, 6, 28].

Tablica 3. Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności powstałe w województwie warmińsko-mazurskim w 2015 r. [1, 6, 28]

Podgrupa odpadów	Mg	Ilość biogazu z 1 Mg	Potencjał techniczny biogazu (55% CH_4), tys. m^3/rok
02 01, odpady z rolnictwa, ogrodnictwa, upraw hydroponicznych, leśnictwa, łowiectwa i rybołówstwa	48261	70-220	2099
02 02, odpady z przygotowania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego	47023	20-280	2116
02 03, odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego	12048	50-280	596
02 05, odpady z przemysłu mleczarskiego	39848	20-480	2989
02 06, odpady z przemysłu piekarniczego i cukrowniczego	323	60-300	17
02 07, odpady z produkcji napojów alkoholowych i bezalkoholowych, z wyłączeniem kawy, herbaty i kakao	48046	30-200	1658
Suma, mln m^3 biogazu			9,48
Suma, mln m^3 metanu			5,21

4.2. Potencjał biogazu składowiskowego

Ilość odpadów komunalnych powstających w gospodarstwach domowych i obiektach użyteczności publicznej w województwie warmińsko-mazurskim w 2016 r. wyniosła 390 tysięcy ton, z czego ponad połowa to odpady ulegające biodegradacji [7]. Dzięki selektywnej zbiórce odpadów, potencjał techniczny biogazu z odpadów komunalnych można oszacować na poziomie 40% potencjału teoretycznego (część frakcji biodegradowalnej wykorzystuje się w kompostowniach bądź w istniejących biogazowniach). Przyjmując, że z 1 tony odpadów biodegradowalnych można uzyskać 90 m^3 biogazu, wówczas w województwie warmińsko-mazurskim możliwe jest pozyskanie 18 milionów m^3 biogazu z odpadów komunalnych rocz-

nie (w rzeczywistości jest to więcej, gdyż nasza analiza nie obejmuje starszych odpadów, które nadal ulegają biodegradacji).

4.3. Potencjał biogazu w oczyszczalniach ścieków

W województwie warmińsko-mazurskim oczyszczane jest 44,8 mln m³ ścieków komunalnych [7]. Zakładając, że z 50% ścieków dopływających do oczyszczalni otrzymany zostanie osad (stanowiący 1% dopływających ścieków) oraz że z 1 m³ osadu można uzyskać 15 m³ biogazu, wówczas w województwie warmińsko-mazurskim można pozyskać 3,4 miliona m³ biogazu.

5. KOGENERACJA ENERGII Z BIOGAZU UTYLIZACYJNEGO W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM

W województwie warmińsko-mazurskim biogaz najczęściej się spala, wytwarzając w kogeneracji prąd elektryczny i ciepło. W tabelicy 4 przedstawiono, ile energii elektrycznej i ciepła można pozyskać z biogazu w województwie warmińsko-mazurskim. Łącznie jest to około 1800 TJ energii, w tym 199 GWh energii elektrycznej i 953 TJ ciepła.

Oszacowany potencjał techniczny biogazu z odpadów w województwie warmińsko-mazurskim pozwoliłby pokryć ponad 5,5% zapotrzebowania na energię elektryczną [9]. Z kolei ilość ciepła, jaką można uzyskać w bioelektrowniach pozwoliłaby pokryć 8,2% zapotrzebowania na ciepło. Jeszcze raz należy podkreślić, iż jest to tylko potencjał biogazu z biomasy odpadowej, którą i tak trzeba utylizować.

Tablica 4. Produkcja energii elektrycznej i ciepła z biogazu w województwie warmińsko-mazurskim

Biogaz z	Biogaz, mln m ³	Zawartość CH ₄ , %	Objętość CH ₄ , mln m ³	Ilość energii (sprawność 85%), TJ	Ilość prądu (sprawność 40%), GWh	Ilość ciepła (sprawność 45%), TJ
Gnojowicy	72	60	43,2	1311	146	694
Opadów komunalnych	18	50	9,0	273	30	145
Opadów rolno-spożywczych	9,5	55	5,2	158	17	84
Osadów ściekowych	3,4	55	1,9	58	6	31
Razem	102,9		59,3	1800	199	953

5. WYKORZYSTANIE BIOGAZU I PRĄDU W SAMOCHODACH OSOBOWYCH

Coraz większą popularność zyskują samochody z instalacją napędzaną metanem, czyli sprężonym gazem ziemnym (ang. *Compressed Natural Gas* – CNG). Metan do zasilania silników samochodowych zwykle pochodzi z gazu ziemnego, ale może być również pozyskiwany z biogazu. Otrzymany w wyniku uzdatniania i następnie sprężania do ciśnienia 20-25 MPa i tlenku, czyli oczyszczony i uszlachetniony biogaz (CBG – ang. *Compressed BioGas*) odpowiada jakością i składem chemicznym paliwu, jakim jest gaz ziemny (CNG). Oznacza to, że obydwie te paliwa, gaz ziemny (CNG) i biogaz (CBG), mogą być zamiennie wprowadzane do pojazdów. Biogaz może być też mieszany z gazem ziemnym, co jest jego atutem z punktu widzenia jego transportu [26, 32].

Zasilanie pojazdu paliwem CBG, podobnie jak CNG, gwarantuje większe bezpieczeństwo w czasie jego użytkowania i w czasie wypadku, gdyż istnieje niewielkie ryzyko uszkodzenia zbiornika paliwa, ze względu na jego wytrzymałość (zbiornik ciśnieniowy). Pojazdy spalające biogaz (CBG) spełniają standardy Euro V oraz normy emisji spalin EEV (*Enhance Environmental Friendly Vehicles*) w odniesieniu do pyłu oraz NO_x. Ponadto, zasilanie silników biometanem generuje znacznie mniejsze ilości hałasu, biometan spala się całkowicie, nie emitując substancji szkodliwych dla zdrowia i nie wydziela sadzy [5].

Pojazdy samochodowe napędzane gazem ziemnym lub biogazem mogą być wyposażone w silniki z zapłonem iskrowym oraz samoczynnym. Mogą być używane zamiennie, gdyż nie wymaga to modyfikacji w budowie silnika. Obydwie paliwa gazowe, dzięki wysokiej kaloryczności, są mniej inwazyjne dla silnika niż inne. Samochody zasilane gazem ziemnym są obecnie produkowane na świecie przez wiele koncernów, takich jak Mercedes, Volvo, Ford, Fiat, Volkswagen, Honda czy Opel. Wieloletnie doświadczenia sprawiły, że układy zasilania gazem są tak samo niezawodne jak tradycyjnymi paliwami płynnymi [27].

Najczęściej stosowaną techniką wzbogacania biogazu jest technologia wykorzystująca różnicę w rozpuszczalności metanu i ditlenku węgla w wodzie z wykorzystaniem skrubarów, czyli płuczki wodnej (WS – *water scrubber*). Zawartość metanu w gazie końcowym wynosi 97%, przy stratach 1-2% metanu [19, 25]. Technologie uszlachetniania biogazu zebrano w tabelicy 5.

Otrzymany biometan metodą płuczkową ma parametry fizyko-chemiczne zbliżone do CNG. Straty metanu są na poziomie 1-2%, a więc przyjęto, że ilość biometanu odpowiada CH₄ obliczonemu w tabelicy 4 (59,3 mln m³). Kalkulator CNG [11] wskazuje, że przejechanie 100 km wymaga spalania średnio 6,56 m³ CNG dla samochodu osobowego. Potencjał technicznie dostępnego biometanu pozwoliłby na przejechanie 904 mln km w ciągu roku. Według badań Instytutu Badań Rynkowych i Społecznych [17] Statystyczny Polak przejeżdża rocznie śred-

nio 17 tysięcy km. Ilość dostępnego biometanu pozwoliłaby zasilić rocznie około 53,2 tysiące samochodów osobowych.

Według danych portalu [12], na 41 samochodów elektrycznych wziętych do analizy, średnie zużycie energii wyniosło 21,0 kWh/100 km przy normalnej jeździe i 14,5 kWh/100 km w mało-energochłonnym cyklu jazdy *New European Driving Cycle* (NEDC) [22]. Zakładając, że zużycie wyniosłoby 21,0 kWh/100 km, wówczas możliwe byłoby pokonanie łącznie 948 mln km. Ilość dostępnej energii elektrycznej pozwoliłaby zasilić rocznie około 55,8 tysiąca samochodów osobowych.

Tablica 5. Technologie uszlachetniania biogazu [19, 25]

Technologia	Proces fizyczny/chemiczny	Stężenie CH ₄ , %	Straty CH ₄ , %
Płuczka wodna	Rozpuszczanie CO ₂ w wodzie pod wysokim ciśnieniem	>97	1-2
Adsorpcja zmiennociśnieniowa	Adsorpcja CO ₂ pod ciśnieniem na węglu aktywnym	>96%	2-4
Absorpcja chemiczna – płuczka aminowa	Adsorpcja CO ₂ z monoetanolaminą	>99	<0,1
Absorpcja fizyczna – wymywanie z zastosowaniem Sexol®, Rectisol®, Purisol®	Rozpuszczanie CO ₂ w rozpuszczalniku pod wysokim ciśnieniem	>96	2
Separacja membranowa	Różna szybkość permeacji molekuł gazowych	>95	2
Separacja kriogeniczna	Warunki agregacji w zależności od temperatury	>99	-

6. PODSUMOWANIE

Rozwój biogazowni utylizacyjnych pozwoliłoby zaopatrzyć w energię/paliwo obszary wiejskie województwa warmińsko-mazurskiego. Ten typ elektrowni może być zainstalowany blisko społeczności wiejskich, co znacznie zmniejsza koszty przesyłu i związanych z nim strat energetycznych. Dodatkowo bioelektrownia może stanowić dla wiejskiej społeczności element stabilizujący system energetyczny, oparty na urządzeniach energetyki rozproszonej.

Pozyskiwanie prądu, ciepła czy paliwa w biogazowniach utylizacyjnych wpłynęłoby korzystnie na jakość powietrza na obszarach wiejskich, zmniejszając zanieczyszczanie powietrza i powstawanie smogu.

Rozwój biogazowni i zakładów z nimi związanych spowoduje ożywienie gospodarcze regionu, zwiększając liczbę miejsc pracy w innych sektorach gospodarki. Rozwój technologii biogazowej to również szansa dla warmińsko-mazurskiego (i krajowego) przemysłu. Wszelkie urządzenia dla biogazowni powinny być wytwarzane na miejscu przez polskich producentów.

Implikowałyby to dalszy rozwój regionu, jak również kolejne, nowe miejsca pracy. Polskie urządzenia mogłyby być z powodzeniem sprzedawane w całej Europie.

LITERATURA

- [1] Agencja Rynku Rolnego: *Biogaz rolniczy*. Warszawa 2011.
- [2] Agencja Rynku Rolnego: *Rejestr wytwórców biogazu rolniczego*, stan na dzień 11.04.2017.
- [3] Council of European Energy Regulators: *CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply*. Data update, 12 February 2015.
- [4] Curkowski A., Oniszk-Popławska A., Mroczkowski P., Owsik M., Wiśniewski G.: *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*. Wyd. Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2011.
- [5] Gis W., Menes E., Waśkiewicz J., Żółtowski A.: *Ocena potencjału produkcji biometanu z gospodarki komunalnej i jego wykorzystania w miejskim transporcie autobusowym – na przykładzie Warszawy*. *Czysta Energia* 1(148) (2012) 96-100.
- [6] Głodek E.: *Biogazownie utylizacyjne, przewodnik*. Wyd. Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Opole 2010.
- [7] Główny Urząd Statystyczny: *Ochrona środowiska 2016*. Warszawa 2016.
- [8] Główny Urząd Statystyczny: *Rocznik statystyczny rolnictwa 2016*. Warszawa 2016.
- [9] Główny Urząd Statystyczny: *Zużycie paliw i nośników energii w 2015 r.* Warszawa 2016.
- [10] http://biogazownie.fwie.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=42:biogazownia-rolnicza-w-boleszynie&catid=15&Itemid=111 (wejście 06.04.17)
- [11] <http://elpigaz.com/pl/kalkulator-cng> (wejście 24.04.17).
- [12] http://samochodyelektryczne.org/porownania_zasiegow_i_osiagow_pojazdow_elektrycznych.htm (wejście 24.04.17)
- [13] <https://energiadirect.pl/aktualnosci/brak-pradu-na-wsiach> (wejście 03.04.17).
- [14] Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M.: *Biogas production in Poland: current state, potential and perspectives*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50 (2015) 686-695.

- [15] Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M.: *Biogazownie rolnicze w Polsce – stan aktualny, potencjał, analiza SWOT*. Rynek Energii 3(118) 2015 93-101.
- [16] Institut für Energetik and Umwelt gGmbH: *Biogaz: produkcja, wykorzystanie*. Leipzig 2009.
- [17] Instytut Badań Rynkowych i Społecznych: *Polak w drodze – wydatki dla kierowców*. Warszawa 2016.
- [18] International Monetary Found,
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/weodata/weorept.aspx?pr.x=38&pr.y=6&sy=2014&ey=2021&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=.&br=1&c=964&s=NGDPD%2CNGDPDPC%2CPPPGDP%2CPPPPC&grp=0&a=> (wejście 05.04.17)
- [19] Kowalski Ł., Smerkowska B.: *Uzłachetnianie biogazu do jakości biometanu – studium przypadku dla warunków polskich*. Combustion Engines 1(148) (2014) 15-24.
- [20] Kutera J.: *Gospodarka gnojowicą*. Wyd. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1994.
- [21] Matusiak B.E.: *Usługa bilansowania lokalnego – business case dla platformy –balance*. Rynek Energii 1(128) (2017) 56-61.
- [22] Mocko W., Ornowski M., Szymańska M.: *Badanie zużycia energii przez samochód*. Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne 2(99) (2013) 31-35.
- [23] Olejnik B., Łowczowski K.: *Techniczne metody poprawy współczynników SAIDI oraz SAIFI stosowane w sieci dystrybucyjnej*. Electrical Engineering 86 (2016) 165-176.
- [24] Polskie Sieci Energetyczne: *Informacja dotycząca czasu trwania przerw w dostarczaniu energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowej*, <http://www.pse.pl/index.php?dzid=111&did=499> (wejście 06.04.17).
- [25] Pomykała R., Łyko P.: *Biogaz z odpadów (bio)paliwem dla transportu – bariery i perspektywy*. Chemik 5(67) (2013) 454-461.
- [26] Popkiewicz M.: *Rewolucja energetyczna – ale po co?* Wyd. Sonia Draga, Warszawa 2016.
- [27] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, Dz.U. nr 162, poz. 1005.
- [28] Sejmik województwa warmińsko-mazurskiego: *Plan gospodarki odpadami dla województwa warmińsko-mazurskiego na lata 2016-2022*. Olsztyn, 28 grudnia 2016.

- [29] Szwaja S.: *Analiza opłacalności ekonomicznej mikrobiogazowni rolniczej*, Rynek Energii 6(127) (2016) 94-97.
- [30] Tomecki M., Zagórowicz B., Rycerz J., Brancewicz M.: *Nowy model opłat jakościowych sposobem na niezawodne dostawy energii elektrycznej*. Wyd. Akademia Analiz i Mediów, Warszawa 2015.
- [31] Tucki K., Piątkowski P., Wójcik G.: *Wybrane aspekty z zakresu analizy sektora biogazowni rolniczych w Polsce*. Rynek Energii 1(122) (2016) 54-58.
- [32] Wodołażski A., Rejman-Burzyńska A.: *Metan z biogazu – nowe paliwo dla pojazdów samochodowych*. Czysta Energia 7-8 (2011) 23-24.

TECHNICAL POTENTIAL AND POSSIBILITIES OF USE OF UTILIZATION-BIOGAS ON THE EXAMPLE OF WARMIŃSKO-MAZURSKIE VOIVODESHIP

Key words: utilization-biogas plants, renewable energy, biogas, warmińsko-mazurskie voivodeship

Summary. Due to climatic conditions and considerable distance from coal power plants, frequent power outages are observed in the warmińsko-mazurskie voivodeship. One of the solutions is the construction of utilization-biogas plants. It was calculated that the technical potential of utilization-biogas is 102.9 million m³ per year. This amount would cover over 5.5% of the voivodeship's demand for electricity and 8.2% of the Voivodeship's demand for heat. Using biogas as fuel in passenger cars would allow to drive an average of 904 million km (biomethane) or 948 million km (electricity) per year. Development of utilization-biogas plants and associated plants will bring about economic revival in rural areas, increasing the number of jobs in other sectors of the economy.

Bartłomiej Igliński, dr, adiunkt w Zakładzie Chemicznych Procesów Proekologicznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Specjalność: energetyka odnawialna, techniki membranowe, inżynieria środowiska. E-mail: iglinski@chem.umk.pl.

Roman Buczkowski, dr hab., prof. UMK, kierownik Zakładu Chemicznych Procesów Proekologicznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Specjalność: energetyka odnawialna, inżynieria środowiska, krystalizacja. E-mail: rbucz@chem.umk.pl.