

Biogas as a locally produced energy source for local automotive transport and local energy networks

The article presents the biogas as a fuel for use both in power sector and in transport sector. The existing local systems and methods of use of biogas and methods for electricity supply of local customers were analyzed. The intelligent energy networks and the possibility of supplying local customers in the bio-CNG were presented also.

Key words: *biogas, automotive transport, biogas systems*

Biogaz jako lokalnie wytwarzane źródło energii dla lokalnego transportu samochodowego i lokalnych sieci energetycznych

W artykule przedstawiono biogaz jako paliwo do zastosowania zarówno w energetyce, jak i w transporcie. Przeanalizowano istniejące lokalne systemy wykorzystywania biogazu i metody zaopatrywania w energię elektryczną lokalnych odbiorców. Zaprezentowano inteligentne sieci energetyczne oraz możliwości zaopatrywania lokalnych odbiorców w bio-CNG.

Słowa kluczowe: *biogaz, transport samochodowy, systemy biogazowe*

1. Wstęp

Zmiany zachodzące na rynku energetycznym powodują intensyfikowanie działań mających na celu znalezienie alternatywnych źródeł energii. Najistotniejszymi kryteriami, jakie rządzą kierunkiem poszukiwań, doбором nowych surowców i technologii powinny być: praktycznie niewyczerpalne (odtwarzalne) źródło energii, opłacalność ekonomiczna, dostępność, wpływ na środowisko naturalne oraz zdrowie ludzi.

2. Biogaz jako paliwo dla energetyki i transportu [1]

Nowe rozwiązania nie powinny pominąć biogazu – nośnika energetycznego łatwego w pozyskaniu i transporcie. Dotychczasowe źródła biogazu (składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków, biogazownie rolnicze) to tylko niewielka część możliwości produkcyjnych biogazu. Obecnie biogaz może być produkowany w odpowiednich instalacjach (biogazowniach energetycznych) wyłącznie z biomasy np.: kiszonki kukurydzy, słonecznika, zbóż itp. I to jest szansa dla naszego kraju patrząc na strukturę rolnictwa oraz możliwy areał pozyskania biomasy.

Biogaz jest paliwem gazowym wytwarzanym przez mikroorganizmy z materii organicznej w warunkach beztlenowych. Jest to mieszanina metanu i dwutlenku węgla. Skład biogazu może się wahać w zależności od rodzaju materii organicznej czyli tzw. substratów:

- metan CH_4 40% – 80%,
- dwutlenek węgla CO_2 20% – 55%,
- siarkowodor H_2S 0,1% – 5,5%,
- wodór H_2 , tlenek węgla CO , azot N_2 , tlen O_2 w śladowych ilościach.

Ze względu na rodzaj substratu wykorzystywanego do wytwarzania biogazu można wyróżnić źródła:

- zwierzęce (z produkcji rolniczej) – odchody zwierząt,
- z produkcji roślinnej – uprawy energetyczne, odpady zielone (trawy, żyto, kukurydza, buraki, rzepak, koniczyna, lucerna, słonecznik, trawa sudańska, ziarno zbóż),
- komunalne – odpady organiczne, osad ściekowy.

3. Systemy biogazowe

Wraz z rozwojem rynku biogazowego w Europie następuje rozwój metod wykorzystania tego paliwa. Początkowo biogaz wykorzystywany był tylko jako źródło ciepła, od kilkudziesięciu lat stanowi paliwo dla agregatów kogeneracyjnych wytwarzających jednocześnie energię elektryczną i ciepło.

Kolejnym sposobem wykorzystania biogazu jest uszlachetnienie go do parametrów zbliżonych do gazu ziemnego i stosowanie go jako zamiennik tego kopalnego paliwa – przede wszystkim jako gaz sieciowy oraz jako paliwo samochodowe – CNG – sprężony gaz ziemny, a ściślej, sprężony bio-metan.

Światowym liderem w dziedzinie uszlachetniania biogazu jest Szwecja. Obecnie funkcjonuje tam 30 instalacji oczyszczających biogaz do parametrów gazu ziemnego. Dziś przetwarzanie biogazu do energii elektrycznej jest w krajach uprzemysłowionych doskonale rozwiniętą techniką. Jest w nich stale rozwijana i stanowi znaczącą – systematycznie rosnącą – pozycję w energetyce. Tymczasem energia elektryczna – jak żaden inny nośnik energii – dysponuje silnie rozbudowaną siecią przesyłową, dzięki której stała się po prostu niezbędnym elementem każdej dziedziny gospodarki światowej.

Wysokosprawne wytwarzanie „zielonej” energii w skarżeniu – 85% wykorzystania energii pierwotnej:

- sprawność wytwarzania energii elektrycznej wynosi ok. 40%, sprawność wytwarzania energii cieplnej 45%,
- klasyczne elektrownie węglowe mają sprawność wytwarzania energii elektrycznej rzędu 35%,
- biogazownia o mocy 1 MW (megawata) może dostarczyć całą energię elektryczną do 4 700 gospodarstw domowych (albo oświetlić 26 600 gospodarstw).

Dla porównania elektrownia wiatrowa o mocy 1 MW może dostarczyć energię tylko wtedy kiedy wieje wiatr do 1 000 gospodarstw domowych (oświetlić 5 500 gospodarstw).

4. Lokalne systemy wykorzystania biogazu [2]

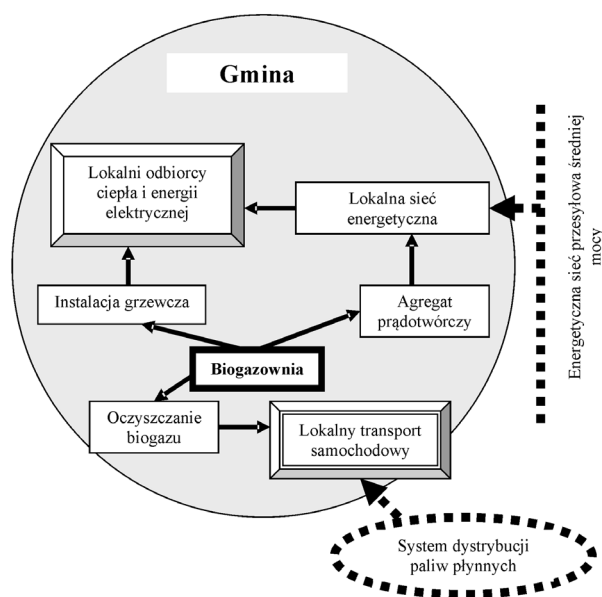
W dotychczasowych koncepcjach wykorzystania biogazu stosowane są:

- lokalne systemy grzewcze,
- przysyłanie energii elektrycznej do sieci przesyłowych średniej mocy,
- przysyłanie biogazu do instalacji oczyszczania do biometanu i dalej do użytkowników: zajezdni autobusów komunikacji miejskiej.

Powyższe sposoby napotykać szereg trudności, z których najważniejsze to: ograniczona pojemność sieci energetycznych oraz konieczność transportowania biogazu/biometanu rurociągami.

Wymienione trudności mogą zostać pominięte, gdy biogaz wykorzystany zostanie na cele energetyczne i transportowe lokalnie, tj. w obrębie gminy lub związku gmin. Taki lokalny zintegrowany system energetyczno – paliwowy powinien w 80 – 100 % zaspokoić potrzeby gminy w zakresie energii elektrycznej i ciepła oraz w 20 – 30 % w zakresie paliw transportowych.

Graficznie koncepcję lokalnego systemu energetyczno – paliwowego przedstawiono poniżej.



Rys. 1. Schemat ideowy lokalnego systemu energetyczno – paliwowego

5. Zaopatrywanie lokalnych odbiorców w energię elektryczną [3, 4, 5, 6]

Zgodnie z powyższym schematem ideowym lokalnego systemu energetyczno – paliwowego:

- sieć lokalna połączona jest z siecią przesyłową,
- system poprzez lokalny podsystem energetyczny dostarcza energię elektryczną bezpośrednio do sieci lokalnej,
- sieć lokalna pobiera z sieci przesyłowej tylko energię stanowiącą różnicę między lokalnym poborem mocy, a mocą dostarczaną przez system.



Rys. 2. Kompaktowy kontener z izolacją dźwiękową – silnik gazowy, turbina, wymienniki ciepła

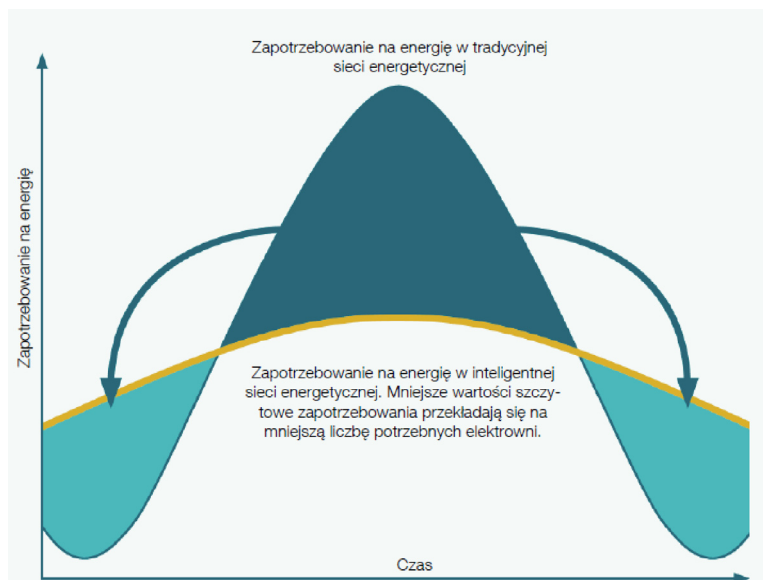
6. Inteligentne sieci energetyczne

Konsumpcja energii elektrycznej może być ograniczona gdy lokalna sieć energetyczna będzie tzw. siecią inteligentną. Inteligentna sieć energetyczna (ang. *smart grid*) to system elektroenergetyczny integrujący w sposób inteligentny działania wszystkich uczestników procesów generacji, przesyłu, dystrybucji i użytkowania, w celu dostarczania energii elektrycznej w sposób ekonomiczny, trwały i bezpieczny. Jest to kompleksowe rozwiązanie energetyczne, pozwalające na łączenie, wzajemną komunikację i optymalne sterowanie rozproszonymi dotychczas elementami sieci energetycznych.

Sieci inteligentne mają być podstawą nowych rynków energii, zapewniać bezpieczeństwo energetyczne oraz przyczynić się do spełnienia unijnych wygów efektywności. Wśród planowanych efektów wprowadzenia smart gridów wymienia się:

- prognozowanie i regulację zapotrzebowania szczytowego,
- ograniczenie ilości awarii sieci elektroenergetycznej oraz minimalizację ich skutków,
- zmniejszenie zużycia energii elektrycznej poprzez zastosowanie mechanizmu zarządzania stroną popytu (DSR) polegającego na uzależnieniu aktualnej ceny prądu od chwilowego obciążenia sieci,
- integrację i zarządzanie generacją rozproszoną, w szczególności odnawialnymi źródłami energii, w tym biogazu.

Szczególną wagę przywiązuje się do regulacji zapotrzebowania szczytowego. W obecnym scentralizowanym modelu funkcjonowania systemu elektroenergetycznego utrzymywanie w gotowości jednostek rezerwowych, wykorzystywanych w przypadku wzmożonego obciążenia



Rys. 3. Regulacja zapotrzebowania szczytowego w inteligentnych sieciach energetycznych

sieci, stwarza problemy natury technicznej oraz wiąże się z dużymi kosztami dla operatorów. Zastosowanie sieci inteligentnych pozwala na ograniczenie zapotrzebowania szczytowego przez stosowanie zmiennych stawek, skłaniających odbiorców do korzystania z urządzeń elektrycznych poza szczytem, kiedy energia jest tańsza. Ponadto zintegrowanie wielu odrębnych dotychczas sieci w jeden interaktywny system umożliwi import energii z obszarów o mniejszym zapotrzebowaniu do obszarów zagrożonych przeciążeniem. Szacuje się, że możliwe jest osiągnięcie redukcji zapotrzebowania szczytowego na poziomie 20% i więcej. Schemat regulacji zapotrzebowania szczytowego obrazuje rysunek 3.

Podstawowym elementem sieci inteligentnych są inteligentne urządzenia pomiarowe (ang. *smart meters*) określane często mianem AMI (ang. *advanced metering infrastructure*), które pozwalają na dwustronną komunikację pomiędzy odbiorcą a wytwórcą (operatorem). Inteligentne liczniki mają za zadanie:

- mierzyć stopień zużycia energii elektrycznej i przekazywać tę informację zarówno do zakładu energetycznego, jak i do klienta;
- informować klienta o aktualnej cenie prądu.

Z technologią inteligentnych sieci i opomiarowania Unia Europejska wiąże duże nadzieje, czego dowodem jest wprowadzanie uregulowań prawnych promujących to rozwiązanie. W pierwszej kolejności należy przywołać dyrektywę 2009/28/WE, która zobowiązuje Kraje

Członkowskie m.in. do wykazania się do 2020 r. poprawą efektywności energetycznej o 20%. Innymi aktami prawnymi są: dyrektywa 2009/72/WE dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz dyrektywa 2006/32/WE ws. efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych.

Według art. 3 ust. 11 dyrektywy 2009/72/WE Państwa Członkowskie lub wyznaczone przez nie organy regulacyjne zdecydowanie zalecają przedsiębiorstwom energetycznym podnoszenie efektywności energetycznej przez stosowanie inteligentnych sieci i liczników.

Wprowadzenie inteligentnych sieci elektroenergetycznych w lokalnych systemach energetycznych opartych na biogazie jest szczególnie korzystne. Czynnikiem stymulującym konsumpcję energii w relacji do obciążenia sieci jest cena kWh. W przypadku zakupu energii elektrycznej od dużych operatorów takie rozwiązanie jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe do wprowadzenia. Operator lokalnej sieci zasilanej kosztowo stabilnym źródłem jakim jest biogazownia może bez większych trudności wprowadzić regulację ceny kWh w zależności od obciążenia sieci.

7. Zaopatrzenie lokalnych odbiorców w bio-CNG [8]

Komunikacja miejska w centrach miast stwarza duże zagrożenia koncentracji zanieczyszczeń powietrza. Ciągłe zwiększanie się ilości pojazdów powoduje konieczność ograniczenia emisji substancji szkodliwych wytwarzanych w procesie ich eksploatacji. Jednym ze sposobów ograniczenia emisji jest stosowanie paliw alternatywnych w tym między innymi: gazu ziemnego. Duże zasoby gazu ziemnego, wysokie bezpieczeństwo eksploatacji i niska emisja powoduje największy procentowo udział tego paliwa zśród innych paliw alternatywnych. Zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej CNG jest jednym z trzech,



Rys. 4. Autobus z instalacją CNG zasilany biogazem w Bernie w Szwajcarii

preferowanych paliw alternatywnych do zasilania silników pojazdów: CNG, biopaliwa i wodór.

Aktualnie CNG jest rozwijane w dużych aglomeracjach miejskich, a użytkownikami tego paliwa są pojazdy poruszające się w obrębie aglomeracji, głównie autobusy komunikacji miejskiej. Uzasadnieniem dla tego kierunku rozwoju CNG jest potrzeba poprawy jakości powietrza przede wszystkim w aglomeracjach miejskich oraz możliwości zaopatrywania pojazdów w paliwo. Poza aglomeracjami miejskimi dostępność gazu ziemnego jest ograniczona.

Przedstawiony wyżej kierunek rozwoju CNG uniemożliwia praktycznie stosowanie tego alternatywnego paliwa w rejonach mniej zurbanizowanych, w tym rolniczych. Wynika to z braku dostępu w tych rejonach do tego paliwa, nie jest jednak uzasadnione z punktu widzenia ekologii (poprawa jakości powietrza jest również ważna w rejonach mniej zurbanizowanych), jak również ekonomicznego i społecznego.

Paliwem alternatywnym, dostępnym w rejonach mniej zurbanizowanych, w tym rolniczych jest bio-CNG, tj. oczyszczony biogaz. Dostęp do tego paliwa mogą mieć właśnie floty pojazdów operujące w tych rejonach.

Lokalny transport w gminie rolniczej lub miejsko – rolniczej to autobusy i mikrobusy poruszające się w obrębie gminy lub w jej pobliżu, samochody ciężarowe np. dowożące mleko oraz samochody dostawcze. Stosowanie bio-CNG w lokalnym transporcie wymagać będzie stworzenia floty pojazdów przystosowanych do zasilania paliwem gazowym. Możliwość zbudowania takiej floty uzależniona jest od wsparcia ekonomicznego tego przedsięwzięcia. Czynnikiem zachęcającym właścicieli pojazdów do ich przystosowania do konsumpcji bio-CNG jest relatywnie niski koszt paliwa oraz, co jest również ważne stabilna cena paliwa.

Wykorzystanie bio-CNG w lokalnym systemie zaopatrywania w paliwa transportowe znacznie poszerza zakres możliwych zastosowań tego paliwa. CNG transportowane może być wyłącznie rurociągami, stosowane więc może być praktycznie tylko w dużych i średnich miastach. Użytkownikami tego paliwa może więc być komunikacja miejska i ewentualnie część floty samochodów dostawczych. W przypadku bio-CNG to alternatywne paliwo może być stosowane poza dużymi aglomeracjami miejskimi. Stwarza to nowe możliwości rozwoju tego alternatywnego paliwa.

8. Podsumowanie

Przedstawiona w referacie koncepcja zintegrowanego lokalnego systemu energetyczno – paliwowego opartego na biogazowi stwarza nowe możliwości wykorzystania OZE.

1. W odniesieniu do systemu energetycznego:

- umożliwia odciążenie sieci przesyłowych, co jest szczególnie ważne wobec ich stanu technicznego i możliwości przesyłu energii elektrycznej,
- umożliwia wprowadzenie inteligentnych sieci elektroenergetycznych,
- umożliwia zapewnienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego.

2. W odniesieniu do transportu samochodowego:

- umożliwia wprowadzenie bio-CNG w rejonach poza dużymi aglomeracjami miejskimi,
- obniża i stabilizuje koszty paliwa, a więc transportu lokalnego,
- wpływa na wzrost bezpieczeństwa w zakresie zaopatrywania lokalnego transportu w paliwa.

Literatura

- [1] Buraczewski G., Bartoszek B.: Biogaz – wytwarzanie i wykorzystanie. PWN. Warszawa 1990.
- [2] Kulesa M. i in.: Projekty małych, lokalnych źródeł kogeneracyjnych w strategiach gmin – przykłady realizacji kogeneracji gazowej w gminnej energetyce komunalnej, artykuł dostępny na stronie: <http://www.itc.polsl.pl/centrum/kogen/materialy/art14.pdf> (30.10.2010).
- [3] Kowalska A. i in.: Źródła rozproszone w systemie elektroenergetycznym, Wyd. Kaprint, Lublin 2007.
- [4] Bućko P.: Elektrownie gazowe w systemie elektroenergetycznym; „Rynek Energii” nr 4/2008.
- [5] Soliński I. i in.: Wiatrowo-gazowe elektrownie hybrydowe; „Polityka Energetyczna” zeszyt 2 z 2008 r., s. 121–127.
- [6] Szkutnik J. i in.: Podnoszenie sprawności rozdziału energii elektrycznej w sieciach niskiego i średniego napięcia. Generacja rozproszona; „Energia Elektryczna” nr 1/2009.
- [7] Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kněžice – gmina samowystarczalna pod względem energetycznym, artykuł dostępny na stronie: http://www.pnec.org.pl/ruse_cd/img/pdf/Knezice%20_CZ_pl.pdf (30.10.2010).
- [8] Szurlej A.: Rozwój rynku CNG w Polsce na tle państw UE; Polityka Energetyczna, Tom 10, zeszyt specjalny 2, 2007, s. 569–578

Dr inż. Wojciech Gis – Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa.

Prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Kulczycki – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa.