

Concept of the plant for upgrading biogas to biomethane

Koncepcja instalacji do uzdatniania biogazu do biometanu

Please cite as: *Przem. Chem.* 2013, **92**, 1, 68.

A plant for upgrading biogas (200 m³/h) by conversion of H₂S to S and by absorption of CO₂ in H₂O at 20°C under pressure 1 MPa was designed and evaluated from economic point of view. The bio MeH prodn. costs were acceptable both for injection in natural gas grids and for use as vehicle fuels.

Przedstawiono koncepcję instalacji uzdatniania biogazu do biometanu na podstawie projektu bazowego instalacji o zdolności przerobowej biogazu 200 m³/h, wykonanego w ramach projektu Zrównoważony Europejski Sektor Biogazu SEBE (*Sustainable European Biogas Environment*), finansowanego z Programu dla Europy Środkowej. W celu otrzymania biometanu z surowego biogazu zastosowano polską technologię odsiarczania Biosulfex oraz wysokociśnieniowe mycie wodne. Opisano kompleksowe modułowe rozwiązanie instalacji uzdatniania biogazu do biometanu wraz z uproszczoną analizą ekonomiczną. Przeanalizowano dwa warianty wykorzystania biometanu jako paliwa transportowego i jako substytutu gazu ziemnego do sieci. Wdrożenie technologii uzdatniania biogazu w Polsce pozwoli na rozwój nowego kierunku wykorzystania biogazu, stwarzając warunki do bardziej efektywnego jego wykorzystania.

Rosnące zainteresowanie biogazem jako paliwem związane jest z polityką klimatyczną Unii Europejskiej oraz wynikającą z niej strategią promocji odnawialnych źródeł energii (OZE), których stosowanie powoduje zmniejszenie emisji ditlenku węgla do atmosfery oraz zmniejsza negatywne oddziaływanie na środowisko wynikające z użytkowania paliw kopalnych. Wykorzystanie biogazu w Polsce może w znacznym stopniu pomóc w osiągnięciu zobowiązania unijnego, jakim jest zwiększenie do 15% udziału energii z OZE w całkowitym zużyciu do 2020 r.

Rozwój produkcji biogazu i sposobów jego wykorzystania znajduje swoje odbicie w powstałych w ostatnim czasie dokumentach strategicznych, opublikowanych politykach sektorowych, zarówno na poziomie Unii Europejskiej, jak i w krajach członkowskich. W Polsce, program rządowy „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych na lata 2010–2020”, przyjęty w dniu 13 lipca 2010 r. zakłada powstanie ok. 2000 instalacji na biogaz rolniczy. Nowelizacja Prawa Energetycznego z dnia 1 stycznia 2011 r.¹⁾, umożliwia jego wykorzystanie nie tylko do produkcji skojarzonej energii elektrycznej i ciepła, ale również wprowadzenie do sieci gazowniczych po jego oczyszczeniu do parametrów gazu sieciowego.

Obecnie w Polsce biogaz jest wykorzystywany do produkcji energii cieplnej oraz produkcji elektrycznej i ciepła, często w kogeneracji. Nowym kierunkiem jest wytwarzanie z niego paliwa silnikowego lub substytutu gazu ziemnego do sieci. Wdrożenie technologii uzdatniania surowego biogazu i produkcji biometanu jako paliwa gazowego przyczyniłoby się do szerszego i bardziej efektywnego niż dotąd wykorzystania biogazu.

Potencjał surowcowy produkcji biogazu w Polsce jest ogromny, jeśli wziąć pod uwagę rolnictwo, przemysł spożywczy, oczyszczalnie ścieków i składowiska odpadów komunalnych. Szacuje się go na 187 PJ, co odpowiada wielkości energii ok. 32% rocznego zapotrzebowania



Mgr inż. Alina REJMAN-BURZYŃSKA w roku 1974 ukończyła studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej w Gliwicach ze specjalizacją inżynieria chemiczna procesowa. Jest pracownikiem Zakładu Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza w Głównym Instytucie Górnictwa. Specjalność – nowe technologie energetyczne i gospodarka odpadami.

* Autor do korespondencji:

Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza, Główny Instytut Górnictwa, Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice, tel.: (32) 259-26-19, fax: (32) 259-65-33, e-mail: alirejman@gig.katowice.pl



Mgr inż. Eugeniusz JĘDRYSIK w roku 1974 ukończył studia na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej w Gliwicach uzyskując specjalizację w zakresie inżynierii chemicznej. Jest pracownikiem Zakładu Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza w Głównym Instytucie Górnictwa. Specjalność – energochemiczne wykorzystanie węgla ze szczególnym uwzględnieniem oczyszczania gazu syntezowego i wytwarzania paliw ciekłych.

na gaz ziemny, przy czym potencjał biogazu rolniczego stanowi 93% tej szacunkowej ilości²⁾. Obecnie produkcja biogazu kształtuje się na poziomie 4 PJ, co odpowiada 1% rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny.

Biogaz powstający w procesie fermentacji beztlenowej zawiera 50–70% metanu, 30–50% ditlenku węgla oraz domieszki amoniaku, siarkowodoru, wodoru, merkaptanów i innych gazów. Jego ilość i skład jest zależny od rodzaju substratów (zawartości substancji organicznych), czasu fermentacji oraz stosowanej technologii. Dla przykładu średni skład biogazu pokazano w tabeli 1.

Table 1. Average biogas composition

Tabela 1. Średni skład biogazu

Składnik	Jednostka	Wartość
O ₂	% obj.	<0,5
H ₂ S	mg/m _n ³	<3500
CO ₂	% obj.	30–45
Węglowodory C _x H _y	mg/m _n ³	<3000
Cząstki stałe	mg/m _n ³	<100
Wartość opałowa	MJ/m _n ³	20–24
Wilgotność względna	RH%	100

Biogaz mający zasilać silniki samochodowe lub sieć gazową musi zostać poddany procesom uzdatniania, które polegają na usunięciu H₂S, CO₂, wody i innych zawartych w nim zanieczyszczeń. Wymagana czystość biogazu zasilającego samochody to co najmniej 96% metanu. Zawartość H₂S nie może przekraczać 100 mg/m_n³, a wielkość cząstek stałych nie może przekraczać 40 µm. Sprężony biometan CBM (*compressed biomethane*) otrzymany w wyniku uzdatniania i sprężania do ciśnienia 20–25 MPa powinien odpowiadać jakością i składem chemicznym paliwu, jakim jest sprężony gaz ziemny CNG (*compressed natural gas*).

Jakość CNG jest określona w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki³⁾ w sprawie wymagań jakościowych dla sprężonego gazu ziemnego (tabela 2). W Polsce sieć dystrybucji CNG obejmuje 31 stacji tankowania i może być wykorzystywana również dla CBM⁴⁾.

Table 2. Quality parameters for CNG in Poland

Tabela 2. Wymagania jakościowe dla CNG w Polsce

Parametr	Jednostka	Wartość
Ciepło spalania	MJ/m _n ³	18–34*
Cząstki stałe	mg/m _n ³	<1
Punkt rosy	mg H ₂ O/m _n ³	<30 (<i>p</i> = 20 MPa, <i>T</i> = -20°C)
O ₂	% mol.	<0,2
Siarkowodor	mg/m _n ³	<7
Siarka całkowita	mg/m _n ³	<40
Pary rtęci	µg/m _n ³	<30
Propan	%	<5,8
Butan	%	<1,8

* Dla liczby Wobbego 25–50.

Jakość paliwa gazowego z biogazu do sieci musi być utrzymywana na poziomie spełniającym parametry gazu sieciowego oraz uwarunkowania legislacyjne w danym kraju. W Polsce warunki dla sieci gazowych reguluje m.in. Rozporządzenie Ministra Gospodarki⁵⁾ w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego. Parametry charakteryzujące jakość przesyłanego gazu zgodnie z polskimi normami⁶⁾ przedstawiono w tabeli 3.

Table 3. Requirements concerning quality of distributed natural gas according to Polish standards^{11, 12)}

Tabela 3. Wymagania dotyczące jakości przesyłanego gazu ziemnego zgodnie z normami^{11, 12)}

Wyszczególnienie	Jednostka	Typy gazu ziemnego		
		E	Lw	Ls
Ciepło spalania	MJ/m ³	≥ 34,1	≥ 30,1	≥ 26,1
Wartość opałowa	MJ/m ³	≥ 31,0	≥ 27,0	≥ 24,0
Górna liczba Wobbego				
- nominalna	MJ/m ³	50,0	41,5	35,0
- zakres zmienności	MJ/m ³	45,0–54,0	37,5–45,0	32,5–37,5
Zawartość siarkowodoru	mg/m ³	≤ 7,0	≤ 7,0	≤ 7,0
Zawartość tlenu	% mol.	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2
Zawartość ditlenku węgla	% mol.	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0
Zawartość par rtęci	µg/m ³	≤ 30,0	≤ 30,0	≤ 30,0
Temperatura punktu rosy wody przy 5,5 MPa od 1 kwietnia do 30 września	°C	≤ +3,7	≤ +3,7	≤ +3,7
Temperatura punktu rosy wody przy 5,5 MPa od 1 października do 31 marca	°C	≤ -5,0	≤ -5,0	≤ -5,0
Temperatura punktu rosy węglowodorów	°C	0	0	0
Zawartość węglowodorów mogących ulec kondensacji w temp. -5°C przy ciśnieniu panującym w gazociągu	mg/m ³	≤ 30,0	≤ 30,0	≤ 30,0
Zawartość pyłu o średnicy cząstek większej niż 5 µm	mg/m ³	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Zawartość siarki merkaptanowej	mg/m ³	≤ 16,0	≤ 16,0	≤ 16,0
Zawartość siarki całkowitej	mg/m ³	≤ 40,0	≤ 40,0	≤ 40,0

Typy gazu ziemnego: E – gaz ziemny wysokometanowy, Lw – gaz ziemny zaazotowany, Ls – gaz ziemny zaazotowany. Podane w tabeli wartości odnoszą się do warunków normalnych: ciśnienie równe ciśnieniu atmosferycznemu 101,325 kPa, temperatura 273,15 K (0°C).

Opis instalacji

Koncepcja instalacji uzdatniania biogazu została opracowana przez Główny Instytut Górnictwa w ramach projektu SEBE⁹⁾. Celem przedsięwzięcia było wytypowanie technologii odpowiedniej dla polskich uwarunkowań a następnie opracowanie koncepcji mającej posłużyć do stworzenia projektu bazowego. Technologia powinna być dostosowana do uzdatniania biogazu różnego pochodzenia oraz efektywna ekonomicznie. Instalacja uzdatniania biogazu posiada dwa podstawowe węzły technologiczne: odsiarczania biogazu i absorpcji ditlenku węgla.



Mgr inż. Maksymilian GADEK w roku 2007 ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach ze specjalizacją ochrona środowiska w przemyśle chemicznym. Jest doktorantem w Katedrze Aparatury Chemicznej i Procesowej Politechniki Śląskiej. Specjalność – technologie ograniczania emisji zanieczyszczeń z procesów spalania paliw kopalnych i biopaliw.

Dla projektowanej instalacji do usuwania siarkowodoru z biogazu dobrano technologię Biosulfex a w celu usunięcia ditlenku węgla wybrano wysokociśnieniowe mycie wodne z regeneracją^{7, 8)}.

Technologia Biosulfex należy do grupy metod typu redox. Do odsiarczania używany jest koncentrat katalityczny o nazwie handlowej Biocat® w postaci proszkowej. W efekcie oczyszczania gazu otrzymuje się niewielkie ilości pulpy siarkowej, zamiast wielu ton odpadów, jak to było w przypadku stosowania rudy darniowej. Według danych producenta skuteczność odsiarczania sięga 99,9%⁹⁾.

W węźle uzdatniania ditlenek węgla jest absorbowany w cyrkulującym strumieniu wody myjącej (rys. 1). Biogaz sprężony do ciśnienia 1 MPa poddaje się myciu wodnemu w kolumnie absorpcyjnej z wysokosprawnym wypełnieniem. Po rozprężeniu wody myjącej w kolumnie desorpcyjnej usuwany jest ditlenek węgla a woda zawracana do obiegu. Uzdatniony biometan, nasycony wodą poddawany jest odwodnieniu w suszarce adsorpcyjnej. Sterylizację bakteryjną gazu zapewnia system filtrów HEPA/ULPA. Instalacja wyposażona jest w węzeł nawaniania biometanu przy użyciu tetrahydrotiofenu (THT). Opcjonalnie istnieje również możliwość dozowania propanu. W zależności od wymagań oczyszczony i odwodniony biometan może być zatłaczany do pobliskiego gazociągu lub transportowany do węzła mieszania gazu. Dodatkowe biobezpieczeństwo uzyskuje się poprzez sterylizację cyrkulującej wody myjącej przy użyciu promieniowania UV. Pozwala to na uniknięcie zarastania wypełnień kolumn i utrzymanie pozostałych aparatów w dobrym stanie technicznym.

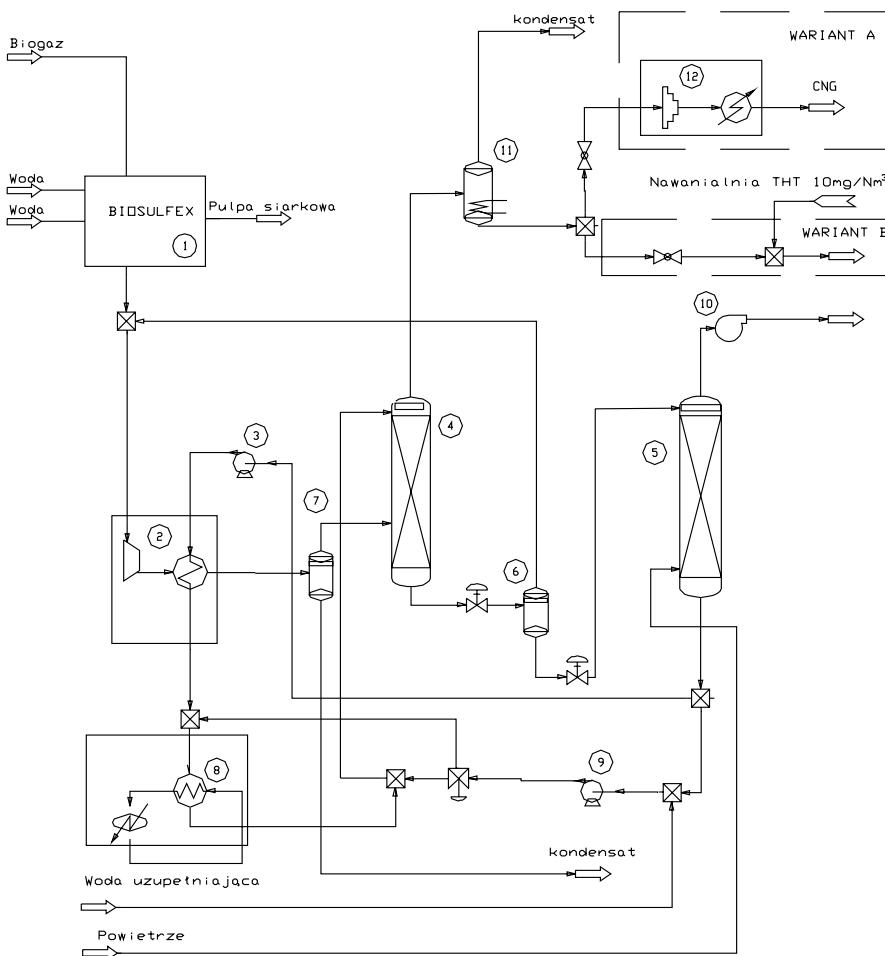


Fig. 1. Technological scheme of the biogas cleaning and upgrading plant. Variant A – CNG (CBM) production, Variant B – gas to grid. 1 – desulfurization unit, 2 – compressor, 3 – pump, 4 – absorber, 5 – desorber, 6 – separator, 7 – condensate separator, 8 – refrigerating unit, 9 – absorbent pump, 10 – fan, 11 – adsorption dryer, 12 – CBM compressor

Rys 1. Schemat technologiczny instalacji uzdatniania oczyszczania biogazu; wariant A: produkcja CNG (CBM), wariant B: gaz do sieci; 1 – odsiarczalnica, 2 – kompresor, 3 – pompa, 4 – absorber, 5 – desorber, 6 – rozdzielacz, 7 – separator kondensatu, 8 – agregat lodowy, 9 – pompa absorbentu, 10 – wentylator, 11 – suszarka adsorpcyjna, 12 – kompresor CBM

Zdolność przerobowa instalacji wynosi 200 m³/h biogazu, co odpowiada produkcji biogazu na oczyszczalni o przerobie 60000 m³ ścieków komunalnych na dobę. Podstawowe parametry pracy instalacji oraz skład głównych strumieni przedstawiono w tabeli 4. Skład i jakość wytwarzanego biometanu jest kontrolowana przy użyciu chromatografu gazowego.

Table 4. Basic parameters and composition of streams for biogas upgrading plant

Tabela 4. Podstawowe parametry pracy i skład strumieni dla instalacji uzdatniania biogazu

Parametry	Biogaz surowy	Biogaz po odsiarczaniu Biosulfex®	Biogaz po uzdatnieniu	Biometan do sieci	Sprężony biometan CBM
Temperatura, °C	30	25	20	35	40
Ciśnienie, bar	1,030	1,010	10,906	16,000	250,000
Przepływ, m ³ /h	200,45	200	122,47	122,47	122,47
Skład, %					
CO ₂	35,46	35,54	0,43	0,43	0,43
CH ₄	61,16	61,30	98,75	98,95	98,95
H ₂ S	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
NH ₃	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	3,03	3,03	0,21	0,00	0,00
O ₂ +N ₂	0,11	0,11	0,61	0,62	0,62

Zarówno instalacja odsiarczania Biosulfex jak i mycia wodnego zostały zabudowane w kontenerach morskich 20', dzięki czemu poszczególne zespoły urządzeń mogą zostać zmontowane poza miejscem dostawy. Instalacja jest oprzyrządowana w aparaturę kontrolno-pomiarową (AKP). Kontrola procesu jest prowadzona przy użyciu sterownika PLC połączonego z komputerowym interfejsem operatorskim oraz systemem SCADA. Praca w sieci Ethernet zapewnia zdalną kontrolę pracy całej instalacji.

Większość aparatów i urządzeń, orurowania, przyrządów pomiarowych zaprojektowano ze stali kwasoodpornej oraz tworzyw sztucznych (poliestry zbrojone włóknem szklanym). Instalację (rys. 2 i 3) wyposażono we wszelkie niezbędne urządzenia regulacyjne i bezpieczeństwa, umożliwiając efektywną pracę w tym przeciwdziałanie np. wahaniom ciśnienia, składu gazu, temperatury wody i otoczenia.

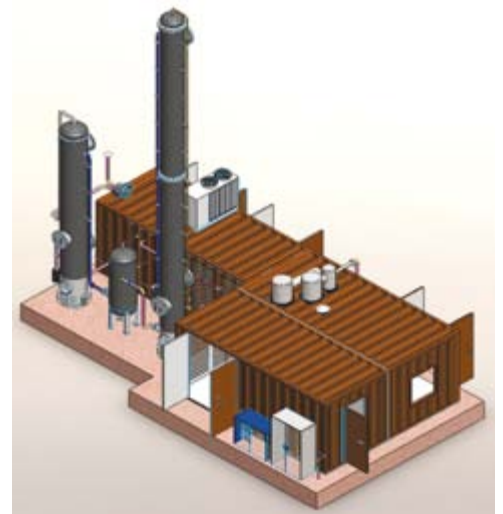


Fig. 2. 3D model of container plant for biogas upgrading⁹⁾

Rys. 2. Model (3D) kontenerowej instalacji uzdatniania biogazu⁹⁾

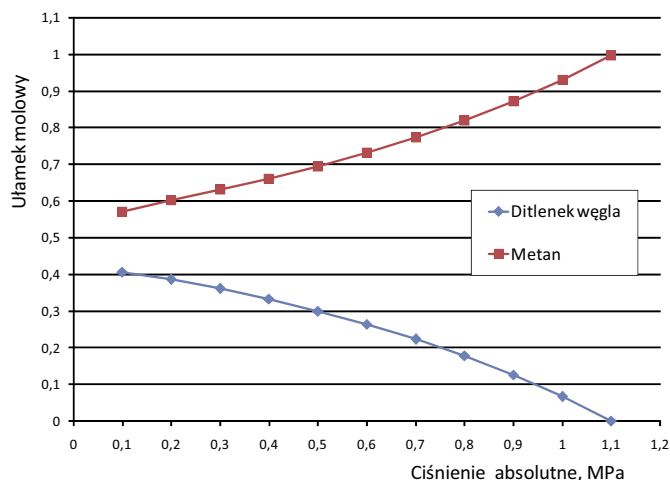


Fig. 3. Effect of pressure on content of methane and carbon dioxide in gas from absorber – water temperature 20,3°C, gas flow 200,45 m_n³/h (♦ – CO₂, ■ – CH₄)

Rys. 3. Wpływ ciśnienia na zawartość metanu i ditlenku węgla w gazie za absorberem – temperatura wody 20,3°C, natężenie przepływu gazu 200,45 m_n³/h (♦ – CO₂, ■ – CH₄)

Dobór parametrów procesu

Siłą napędową procesu uzdatniania biogazu metodą wysokociśnieniowej absorpcji w wodzie stanowi różnica rozpuszczalności ditlenku węgla oraz metanu w wodzie, szczególnie wyraźna przy zwiększonym ciśnieniu. Dodatkowo w procesie wmywane są zanieczyszczenia, takie jak H₂S i NH₃. Kolumna absorpcyjna działa ponadto jak wysokosprawny odpylacz, usuwając pyły, w tym siloksany. Pozostałe parametry procesowe mające istotne znaczenie dla sprawności absorpcji to temperatura wody, stosunek strumienia wody do strumienia gazu (L/G) oraz zawartość ditlenku węgla w wodzie zasilającej kolumnę absorpcyjną.

Optymalizację procesową umożliwiły wyniki symulacji przeprowadzonych w programie komputerowym ChemCAD 6⁴) wykonane na etapie opracowania koncepcji procesu uzdatniania biogazu. W ich wyniku dobrano odpowiednie parametry pracy instalacji, w ujęciu kosztów inwestycji (ciśnienie, L/G) oraz eksploatacyjnych (temperatura, L/G). Przy ciśnieniu 1 MPa temperatura absorbentu powinna wynosić 20–21°C. Jej obniżenie znacząco redukuje strumień wody zasilającej absorber, jednak wymaga stosowania źródła zimna w celu utrzymania wymaganej temperatury.

Zaprojektowany układ absorpcyjno-desorpcyjny przy odpowiednio korzystnych parametrach powietrza zapewnia desorpcję ditlenku węgla z wody myjącej (rys. 4). Temperatura i natężenie przepływu

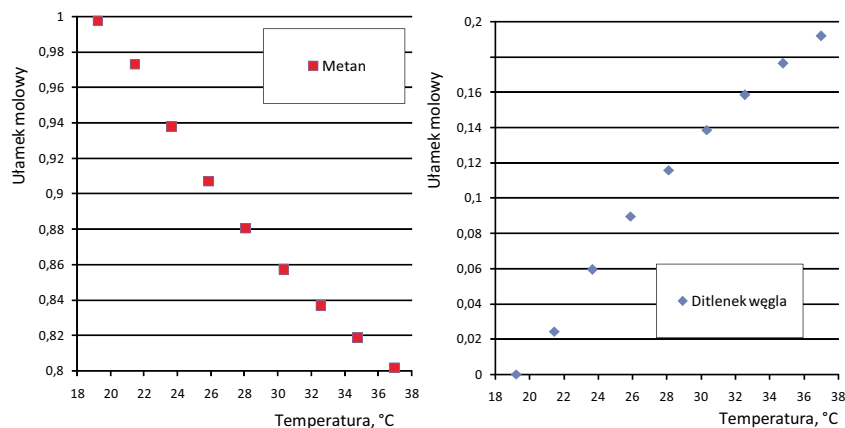


Fig. 4. Effect of temperature of washing water on content of methane and carbon dioxide in gas from absorber; pressure 1 MPa, gas flow 200,45 m_n³/h (♦ – CO₂, ■ – CH₄)

Rys. 4. Wpływ temperatury wody myjącej na zawartość metanu i ditlenku węgla w gazie po absorberze; ciśnienie 1 MPa, natężenie przepływu gazu 200,45 m_n³/h (♦ – CO₂, ■ – CH₄)

wu wody myjącej kontrolowane są przez sterownik i dobierane w zależności od wilgotności i temperatury powietrza, oraz wskazań chromatografu gazowego, monitorującego skład oczyszczonego gazu na wylocie. Algorytm sterujący zapewnia korzystanie z agregatu lodowego jako urządzenia wspomagającego, włączanego okresowo w przypadku niekorzystnych warunków otoczenia lub chwilowej podwyższonej zawartości absorbentu. Rozwiązanie takie ma istotny wpływ na koszty eksploatacyjne, głównie zużycie energii elektrycznej i wody świeżej.

Analiza ekonomiczna

Oszacowano koszty inwestycyjne oraz operacyjne instalacji uzdatniania biogazu do biometanu w warunkach polskich. W tabeli 5 przedstawiono poszczególne wskaźniki procesowe węzła odsiarczania i uzdatniania w zależności od wariantu wykorzystania biometanu.

Table 5. Process figures for the designed plant

Tabela 5. Zestawienie wskaźników procesowych zaprojektowanej instalacji

Parametr	Odsiarczanie, Biosulfex®	Wariant wykorzystania biometanu		
		sieć gazowa niskociśnieniowa/średnio ciśnieniowa	sieć gazowa wysokociśnieniowa	paliwo gazowe CBM
CO ₂ , skuteczność usuwania, %	n.d.	>98		
H ₂ S, skuteczność usuwania, %	>99,5	n.d.		
Zużycie świeżej wody	1 m ³ /24 h	do 120 L/24 h*		
Zapotrzebowanie na energię elektryczną kWh/m ³ biogazu	0,025	0,25	0,27	0,35
Zapotrzebowanie na energię elektryczną kWh/m ³ biometanu	0,041	0,41	0,44	0,58
Dodatkowe media	BIOCAT	brak	brak	brak
Odpady	Zawiesina siarki 50% mas.	brak	brak	brak

* Wartość uzależniona od zawartości CO₂ w biogazie, temperatury otoczenia oraz wilgotności względnej powietrza.

Założono czas pracy instalacji 7884 h/r (dyspozycyjność 90%). Pozycja „Zapotrzebowanie na energię elektryczną” w tabeli 5 obejmuje całą instalację elektryczną z urządzeniami pomiarowo-regulacyjnymi, analizatorem GC, sterownikiem PLC i systemem SCADA. Na całkowity koszt uzdatniania i oczyszczania składają się koszty obsługi, serwis oraz zapotrzebowanie na media procesowe i energię elektryczną.

Opracowany projekt bazy umożliwia wykonanie instalacji „pod klucz”^{77, 8)}. Kalkulacja nakładów inwestycyjnych obejmuje projektowanie i nadzór inwestorski, wykonanie i montaż aparatów oraz montaż orurowania. Całkowity koszt przedsięwzięcia oszacowano na 2,9 do 4,04 mln zł netto w zależności od wariantu zagospodarowania biometanu. Do analizy ekonomicznej przyjęto założenia podane w tabeli 6. Wyliczenia oparto na kursie 1 euro = 4,3925 zł.

Table 6. Assumptions for calculations

Tabela 6. Założenia do obliczeń

Parametr	Jednostka	Wielkość
Cena sprzedaży biometanu	zł/m _n ³	1,00
Cena zużytej energii elektrycznej	zł/kWh	0,28
Cena wody z sieci	zł/m ³	12,00
Koszt serwisu i napraw	zł/r	60 000–80 000
Koszt mediów procesowych	zł/r	8 300
Koszt obsługi instalacji	zł/r	43 200

Czas zwrotu dla instalacji oczyszczania i uzdatniania biogazu do biometanu o wydajności 200 m_n³/h w zależności od wariantu wykorzystania biometanu przedstawiono na rys. 5. Z kolei na rys. 6 pokazano porównanie kosztów obsługi serwisu i zużycia mediów głównych oraz kosztów inwestycji. Oszacowane koszty wytwarzania biometanu z biogazu wynoszą 0,26 zł/m_n³ biometanu przy włączaniu do sieci średniego/niskiego ciśnienia, 0,28 zł/m_n³ biometanu przy włączaniu do sieci wysokiego ciśnienia lub 0,36 zł/m_n³ biometanu przy produkcji sprężonego biometanu jako paliwa silnikowego. Odnosząc te wartości do poziomu cen gazu ziemnego i ich tendencji wzrostowej, można dostrzec pewną szansę na integrację biogazowni z sieciami gazowymi. Konieczne jest jednak stworzenie odpowiednich warunków legislacyjnych i systemów wsparcia stymulujących rozwój biogazowni zintegrowanych z instalacjami uzdatniania biogazu do biometanu.

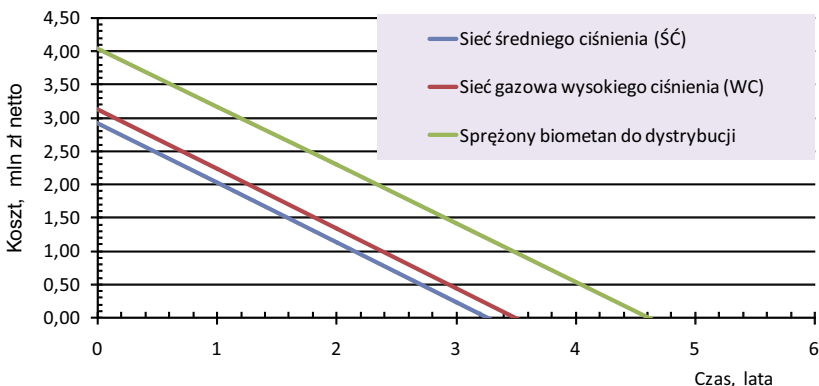


Fig. 5. Static payback period for plant for biogas upgrading with capacity 200 m_n³/h for various options of biomethane use

Rys. 5. Prosty czas zwrotu dla instalacji uzdatniania biogazu do biometanu o wydajności 200 m_n³/h dla różnych wariantów wykorzystania biometanu

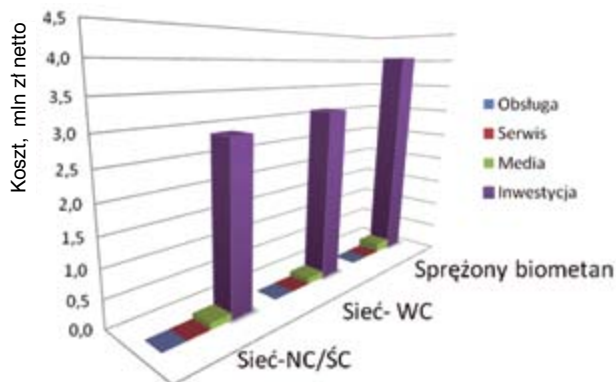


Fig. 6. Comparison of service, media and investment costs

Rys. 6. Zestawienie kosztów obsługi serwisu i zużycia mediów głównych oraz kosztów inwestycji

W projekcie zakłada się, że podstawowe urządzenia, takie jak aparaty kolumnowe, armatura i orurowanie są wytwarzane w Polsce, co ma istotne znaczenie w odniesieniu do kosztów inwestycyjnych oraz logistyki. Ponadto, nawiązując do źródeł zagranicznych, koszty obsługi instalacji mogą być nawet 50% mniejsze niż w przypadku instalacji niemieckich¹⁰.

W omawianej analizie ekonomicznej nie uwzględniono dopłat, subwencji, certyfikatów brązowych oraz preferencyjnego kredytowania inwestycji.

Podsumowanie

Wykorzystanie ogromnego potencjału biogazowego, szczególnie jako paliwa gazowego, należy uznać za priorytetowy kierunek dywersyfikacji energetycznej w Polsce. Projekt instalacji uzdatniania biogazu zakłada wykorzystanie krajowego potencjału inżynierskiego i polskich dostawców urządzeń oraz pozwala rzetelnie przyjrzeć się możliwościom wytwarzania biometanu z biogazu od strony techniczno-ekonomicznej. Łatwość powiększenia skali instalacji stwarza szansę adaptacji instalacji ciśnieniowego mycia wodnego praktycznie dla każdego typu biogazowni. Oszacowane koszty produkcji biometanu w celu jego wykorzystania jako paliwa gazowego w sieci lub w transporcie i ich odniesienie do poziomu cen gazu ziemnego pozwalają na wdrożenie w praktyce tej technologii w najbliższej przyszłości w Polsce. Całkowity bilans ekonomiczny przedsięwzięcia ulegnie ponadto zdecydowanej poprawie przy funkcjonującym systemie wsparcia (np. certyfikaty brązowe).

Praca wykonana w ramach projektu SEBE – Sustainable European Biogas Environment (Zrównoważony Europejski Sektor Biogazu) nr 2CE113P3 finansowanego z Central Europe Programme (Programu dla Europy Środkowej). Projekt bazowy wykonano we współpracy z firmą Mokrosz Sp. z o.o.



Otrzymano: 31-08-2012

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw, *Dz. U.* nr 21, poz. 104.
2. A. Rejman-Burzyńska i in., SEBE Project, Report WP3 Economical and Logistical Environment, February 2011.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 28 grudnia 2006 r., *Dz. U.* nr 251 poz. 1850.
4. A. Rejman-Burzyńska i in., SEBE Project, Report WP4 Technology Framework and Research, February 2011.
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2010 r. *Dz. U.* nr 133 poz. 891.
6. Informacja Operatora Gazociągów Przesyłowych Gaz-System SA <http://www.gaz-system.pl/system-przesylowy/parametry-charakteryzujace-jakosc-przesylanego-gazu.html>, dostęp: 27.02.2012.
7. Opracowanie koncepcji technologicznej oczyszczania i uzdatniania biogazu z zastosowaniem programu komputerowego ChemCAD, projekt koncepcyjny, Główny Instytut Górnictwa, materiały niepublikowane, Katowice 2011 r.
8. Projekt bazowy instalacji oczyszczania i uzdatniania biogazu do biometanu, Główny Instytut Górnictwa, materiały niepublikowane, Katowice 2011 r.
9. Prospekt instalacji Biosulfex, materiały producenta, Warszawa 2011 r.
10. E.H.M Dirkse, DMT Environmental technology, Biogas upgrading using DMT TS-PWS technology, www.dirkse-milieutechniek.com, dostęp: 27.02.2012.
11. PN-C-04752:2002.
12. PN-C-04753:2002.