

POZYTYWNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA BIOGAZU NA PRZYKŁADZIE TRANSPORTU

Dariusz FUKSA, Ewa CISZYŃSKA, Paulina LYKO

Streszczenie: W artykule przedstawiono ekonomiczne i ekologiczne aspekty wykorzystania biogazu. Podano praktyczne przykłady jego zastosowania, zarówno w Polsce, jak i za granicą. Z jednej strony zostały opisane przeszkody dla rozwoju inwestycji biogazowych, z drugiej natomiast zaproponowano wiele narzędzi wsparcia dla tych inwestycji. W artykule przedstawiono obliczenia wykorzystania biogazu na przykładzie transportu samochodowego.

Słowa kluczowe: biogaz, transport samochodowy, ekologia.

1. Wstęp

Biogaz to naturalny gaz wytwarzany podczas rozkładu materii organicznej w warunkach beztlenowych, którego podstawowym składnikiem jest metan, a jego zawartość zależy w głównej mierze od rodzaju biodegradowalnej materii. Na chwilę obecną można wyszczególnić następujące źródła powstawania biogazu: składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków, biogazownie rolnicze, biogazownie energetyczne i biogazownie utylizacyjne. Biogazownie wytwarzających biogaz z odpadów rolnych lub poprodukcyjnych z przetwórstwa rolno-spożywczego jest kilkanaście, ale wiele wskazuje na wzrost ich ilości w najbliższych latach.

Powstający w procesie fermentacji biogaz jest wykorzystywany zarówno do produkcji energii elektrycznej, jak i ciepła. W wyniku wysoko technologicznych procesów oczyszczania powstaje biometan, czyli oczyszczony biogaz o parametrach zbliżonych do gazu ziemnego.

Produkcja i wykorzystanie takiej energii to źródło odnawialnej energii, która jest jedną z metod przeciwdziałania zmianom klimatycznym, a przecież główne składniki biogazu, czyli metan i CO₂ to gazy cieplarniane. Warto podkreślić fakt, że energia pozyskiwana w ten sposób umożliwia ograniczenie zużycia nieodnawialnych paliw.

Polska mając przed sobą do wypełnienia zobowiązania Unijne 3 x 20 [20], czyli:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20%,
- zmniejszenie zużycia energii o 20%,
- zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20%, w tym zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w transporcie do 10%,

powinna podjąć aktywne działania mające na celu propagowanie idei wykorzystania biogazu.

Zatłaczanie biometanu, czyli oczyszczonego biogazu do sieci pozwala na zrównanie możliwości jego zastosowania do tych, jakie posiada gaz ziemny (tab. 1). Powszechnie biometan znajduje zastosowanie w [1]:

- produkcji energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji (CHP) – energia elektryczna wytwarzana przez agregaty kogeneracyjne jest przesyłana do sieci energetycznej, a ciepło powstające, jako produkt uboczny, stosowane jest do celów grzewczych,
- produkcji ciepła – biometan może być wykorzystywany do celów grzewczych w przemyśle lub budownictwie mieszkalnym,
- transporcie – biogaz oczyszczony do jakości gazu ziemnego może być paliwem dla pojazdów, pod warunkiem, że są zaopatrzone w instalację na gaz ziemny.

Tab.a 1. Zestawienie składu biogazu, biometanu i gazu ziemnego

Składnik	Biogaz	Biometan	Gaz ziemny
Metan	45-70%	94-99,9%	93-98%
Dwutlenek węgla	25-40%	0,1-4%	1%
Azot	<3%	<3%	1%
Tlen	<2%	<1%	-
Siarkowodór	<10 ppm	<10 ppm	-
Wodór	ślady	ślady	-

Zródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Uszlachetnienie biogazu do parametrów zbliżonych do gazu ziemnego i stosowanie go jako jego zamiennik - przede wszystkim jako gaz sieciowy oraz jako paliwo samochodowe – CNG (ang. Compressed Natural Gas) – sprężony gaz ziemny, a ściślej, sprężony biometan, czyli bio-CNG, jest co raz bardziej popularne. Takie rozwiązanie jest powszechne szczególnie w krajach skandynawskich, gdzie na biometanie oparty jest transport miejski czy też pojazdy służb komunalnych. Szwecja zamierza być całkowicie wolna od paliw kopalnych do 2012 roku [10]. Powszechność wykorzystania biometanu, jako paliwa podyktowana jest wprowadzeniem szeregu zachęt w tych krajach np. w postaci zwolnień z podatku węglowego, dodatków finansowych na zakup ekologicznych pojazdów czy też zwolnienie z opłat parkingowych.

Biometan i CNG może być używany w takich samych pojazdach, a także przechowywany i dystrybuowany przez ten sam system tankowania, tak więc ich stosowanie i podaż mogą się wzajemnie wspierać.

Jak wynika z danych Eurostatu (główny urząd statystyczny Unii Europejskiej) spośród 27 krajów Europy wytwarzających biogaz, aktualnie 8 włącza biometan do gazociągów: Austria, Francja, Holandia, Luksemburg, Niemcy, Norwegia, Szwecja i Szwajcaria [6]. Szwecja posiada już 8 instalacji włączających biometan do publicznej sieci gazociągów [10].

Holandia, Szwecja i Szwajcaria posiadają najdłuższe doświadczenie w produkcji biometanu i jego włączaniu do sieci gazociągów. Chociaż Szwecja posiada największą liczbę instalacji wzbogacania biogazu do postaci biometanu, to Niemcy są liderem w potencjale wzbogacania w porównaniu do wszystkich innych krajów Europy. Po części jest to powiązane z rozwojem infrastruktury gazociągów - niemiecka sieć pokrywa większość kraju, uzbrojenie Szwecji jest ograniczone tylko do zachodniego regionu kraju.

Gaz ziemny może być stosowany w różnego rodzaju pojazdach: samochody osobowe, dostawcze, ciężarowe, autobusy, wózki widłowe, lokomotywy. NGVs (Natural GasVehicle) są dostępne u wielu producentów np. Opel, Fiat, Mercedes, Ford, Volkswagen, Citroen i Iveco.

2. Zagraniczne przykłady wykorzystania biometanu

Liczne zagraniczne przykłady wykorzystania biometanu potwierdzają jego powszechność użytkowania, jako paliwa dla pojazdów. W Europie Zachodniej i Północnej biometan wykorzystywany jest przede wszystkim jako paliwo do transportu.

Natomiast w Chinach i Indiach głównym kierunkiem wykorzystania biometanu są gospodarstwa domowe. W krajach arabskich pozyskuje się z niego nawóz do użyźniania gleby.

Zalety wykorzystywania biometanu:

Główną zaletą wykorzystywania biometanu są jego walory ekologiczne – jest to odnawialne źródło energii. Pojazdy zasilane biometanem powodują mniejszą emisję szkodliwych substancji do atmosfery, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza i ograniczenia smogu w aglomeracjach miejskich. W porównaniu z olejem napędowym zasilającym pojazdy zastosowanie biometanu ogranicza emisję CO₂ od 75% do 200%.

W przypadku zastosowania biopaliw ciekłych, takich jak bioetanol czy biodiesel, ograniczamy emisję CO₂ jedynie o 30-60%. Pojazdy spalające biogaz (CBG) spełniają standardy Euro V oraz normy emisji spalin EEFV (Enhance Environmental Friendly Vehicles) w odniesieniu do pyłu oraz NO_x.

Biometan jest paliwem: czystym i odnawialnym. Posiada wyższą wartość opałową (55,5 MJ/kg), niż benzyna (43-45 MJ/kg), olej napędowy (43 MJ/kg) czy LPG (50,4 MJ/kg). Jest zdecydowanie paliwem tańszym od benzyny lub oleju napędowego.

Natomiast z punktu widzenia aspektu ekonomicznego i ekologicznego najkorzystniejszymi surowcami do produkcji biogazu są odpady.

Do produkcji biogazu można zastosować następujące grupy odpadów [3]:

- odpady z hodowli zwierząt – gnojowica, odchody zwierząt, odpady poubojowe,
- odpady pochodzące z produkcji roślinnej – odpady rolnicze (łody, liście), odpady zielone,
- odpady przemysłowe:
 - z produkcji spożywczej (mleczarskie, cukiernicze, mięsne, owocowo-warzywne, piwowarskie itp.),
 - z produkcji kosmetyków i farmaceutyków,
 - z pozostałych przemysłów: papierniczego i innych organicznych.

Silniki zasilane biometanem charakteryzują się również mniejszą emisją hałasu, spowodowaną łagodniejszym przebiegiem procesu spalania. Jak wynika z doświadczeń niemieckich czy szwedzkich, biogaz (CBG) jest paliwem tańszym od benzyny lub oleju napędowego. W warunkach polskich jego cena powinna kształtować się na poziomie cen gazu ziemnego (CNG).

Zasilanie pojazdu biometanem, podobnie jak CNG, gwarantuje większe bezpieczeństwo w czasie jego użytkowania oraz podczas wypadku, gdyż istnieje niewielkie ryzyko uszkodzenia zbiornika paliwa, z powodu jego dużej wytrzymałości (zbiornik ciśnieniowy). W przypadku wypływu gazu następuje redukcja ciśnienia z 20 do 0,1 MPa, której towarzyszy gwałtowny spadek temperatury gazu i pokrywanie małych otworów warstwą lodu, co w znacznym stopniu uniemożliwia wypływ gazu. Trzeba dodać, że gaz ziemny do stacji tankowania dostarczany jest zazwyczaj za pośrednictwem infrastruktury podziemnej,

co wyklucza ryzyko wypadku drogowego z udziałem cysterny oraz uszkodzenia nawierzchni dróg. Przy ewentualnym rozszczelnieniu gazociągu gaz migruje do góry, nie tworzy rozlewów i nie powoduje degradacji środowiska w miejscu uszkodzenia. Dostawy gazu gazociągami trwają nieprzerwanie 24 godziny na dobę [10].

CNG stanowi realną szansę na zróżnicowanie rynku paliw dla pojazdów. Obecnie rynek motoryzacyjny zdominowany jest przez paliwo pochodzenia naftowego, co skutkuje wysokimi kosztami transportu. Dzięki wykorzystaniu nowego źródła energii w postaci bio-CNG możliwe jest podniesienie bezpieczeństwa dostaw. Szczególnie ważna w tym przypadku jest możliwość stosowania odnawialnego biometanu, pozyskiwanego i zużywanego w tym samym miejscu.

3. Ograniczenia i bariery w wykorzystaniu bio-CNG/CNG

Dzisiaj największą wadą polskiej infrastruktury CNG jest brak zorientowania na użytkowników prywatnych, co silnie ogranicza rozwój rynku tego rodzaju paliw. Liczą się użytkownicy dużych flot, czyli autobusy miejskie, floty spedycyjne, natomiast interesy użytkowników prywatnych często są pomijane. Równie istotnym ograniczeniem rynku CNG jest znikoma i nierównomierna ilość stacji tankowania CNG dostępnych publicznie, w Polsce działa ich obecnie tylko 32 [5]. Wyróżnić można 5 regionów, w których skupione jest znacznie więcej stacji CNG w porównaniu do regionów sąsiednich należą do nich: Podkarpacie, Dolny Śląsk oraz aglomerację górnośląską i krakowską. Biorąc pod uwagę zasięg każdej z obecnie istniejącej stacji (jak duży obszar może teoretycznie obsługiwać jedna stacja) wynika, że w Polsce są tereny zupełnie pozbawione możliwości tankowania. Dotyczy to przede wszystkim Polski Centralnej, północno-wschodniej oraz północno-zachodniej.

Bardzo mała liczba stacji, o dużym zróżnicowaniu w rozmieszczeniu na terenie kraju sprawia, że rozwój rynku pojazdów napędzanych gazem ziemnym jest ograniczony: kierowcy indywidualni i właściciele flot pojazdów nie chcą inwestować w CNG, skoro brakuje niezbędnej infrastruktury. Z kolei potencjalni inwestorzy nie chcą rozwijać infrastruktury w związku z dużą niepewnością uzyskania nowych klientów. Infrastruktura na tę chwilę nie jest przygotowana na dalszy wzrost liczby samochodów napędzanych CNG.

Według Głównego Urzędu Regulacji Energetyki w Polsce funkcjonuje 148 elektrowni biogazowych łącznie wytwarzających 88 MW.

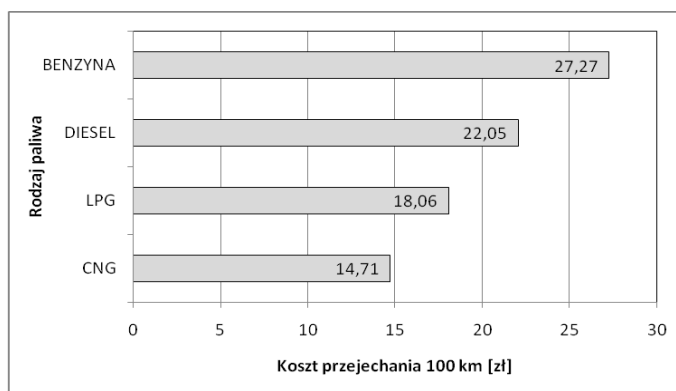
W Polsce biogaz nie jest wykorzystywany, jako paliwo transportowe. Produkowany biogaz służy do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. Polska jak na razie nie posiada instalacji do uzdatniania surowego biogazu do jakości CBG, dlatego nie produkujemy tego paliwa. Na chwilę obecną (stan na styczeń 2012) eksploatowanych jest około 2100 pojazdów CNG oraz istnieją 32 stacje tankowania CNG, co stwarza realne szanse na jego wprowadzenie i rozwój.

3.1. Wykorzystanie biogazu na cele transportowe

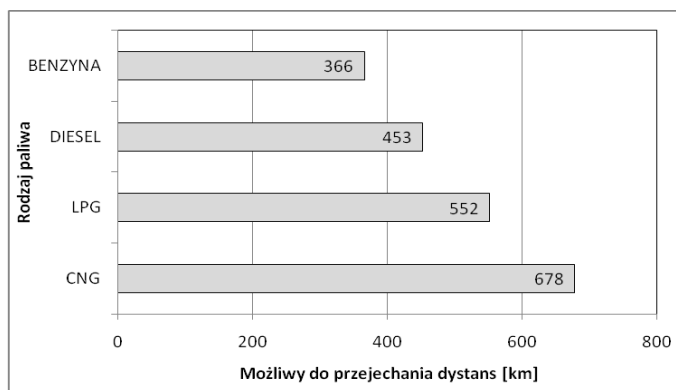
Biogaz po uprzednim oczyszczeniu i wzbogaceniu do biometanu może być użyty jako paliwo do pojazdów – zamiennik gazu ziemnego, tzw. bio-CNG. Może to być realizowane bezpośrednio, jako – zasilanie floty pojazdów bezpośrednio ze stacji tankowania, pobierającej biometan z biogazowi, bądź też pośrednio – dzięki włączaniu biometanu do sieci gazowej.

Takie rozwiązanie jest powszechne, szczególnie w krajach skandynawskich, gdzie na biometanie oparty jest transport miejski oraz komunalny. Powszechność wykorzystania biom etanu, jako paliwa uwarunkowana jest wprowadzeniem różnego rodzaju wsparcia w tych krajach np. dodatków finansowych na zakup pojazdów zasilanych tego rodzaju paliwem lub zwolnieniem z opłat parkingowych.

Biometan i CNG może być używany w takich samych pojazdach, a także przechowywany i dystrybuowany przez ten sam system tankowania, tak więc ich stosowanie i podaż mogą się wzajemnie wspierać. Ważne jest, że mogą być stosowane w różnego rodzaju pojazdach: samochody osobowe, dostawcze, ciężarowe, autobusy, wózki widłowe, lokomotywy. NGVs (Natural GasVehicle) są dostępne u wielu producentów np. Citroen, Fiat, Ford, Iveco, Mercedes, Opel, Volkswagen. Przykładowy koszt przejechania 100 km na przykładzie różnych paliw przedstawiono na rysunku 1. Natomiast możliwy do przejechania dystans, przy zatankowaniu samochodu za 100 zł przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Koszt przejechania 100 km Fiatem Punto Evo na przykładzie różnych paliw
Źródło: cng.auto.pl



Rys. 2. Możliwy do przejechania dystans Fiatem Punto Evo, przy zatankowaniu samochodu za 100 zł
Źródło: cng.auto.pl

Paliwo gazowe, takie jak biometan jest realną alternatywą dla konwencjonalnych paliw ciekłych – benzyny lub oleju napędowego. Względy ekologiczne i ekonomiczne przemawiają za tym, aby biometan był powszechnie stosowanym paliwem pojazdów. Prawdziwe jest znaczne ograniczenie toksyczności spalin, głównie dwutlenku węgla. Spalanie biogazu zachodzi przy ujemnym bilansie dwutlenku węgla. Pojazdy zasilane biometanem w porównaniu z tymi, napędzanymi benzyną emitują nawet do 90% mniej tlenu węgla, 80% mniej węglowodorów – podstawowego czynnika odpowiedzialnego za smog oraz 50 - 80% mniej tlenków azotu. Również wydzielanie związków siarki i sadzy jest dużo niższe, co powoduje ich ograniczoną emisję do środowiska i poprawę mikroklimatu w dużych aglomeracjach miejskich [4].

3.2. Produkcja energii elektrycznej i ciepłej

Podczas spalania metanu pochodzącego z biogazu produkowana jest energia elektryczna w wysoko sprawnych silnikach spalinowych, które również są źródłem energia ciepłej. Uzyskane ciepło z układu chłodzenia może być wykorzystane do ogrzewania wody, a ciepło wysokotemperaturowych spalin do wytwarzania pary technologicznej. Przy dobrej lokalizacji i sprzyjających warunkach wytworzone ciepło może być użytkowane w pobliżu. Wysokosprawny proces wytwarzania zarówno energii elektrycznej i ciepłej pozwala na osiągnięcie bardzo dużej sprawności przetworzonej energii pochodzącej z biogazu, która może wynieść nawet 87% pierwotnej energii zawartej w paliwie, w porównaniu do 80% sprawności uzyskiwanych z elektrociepłowni zawodowych opalanych węglem. Jednak warunkiem uzyskiwania tak wysokich parametrów jest efektywne wykorzystanie energii ciepłej, co nie zawsze ma miejsce. W takich przypadkach efektywność produkcji energii może zostać zwiększona dzięki wprowadzeniu biometanu lub biogazu, do sieci gazu ziemnego, a następnie jego odbiór i zużycie w miejscu [3].

Przykładem wykorzystania energii zawartej w biogazie jest instalacja służąca do odgazowania składowiska odpadów komunalnych „Barycz” w Krakowie. Obecnie ze składowiska odbiera się ponad 300 m³/h biogazu, z którego produkuje się energię elektryczną oddawaną do sieci oraz ciepło wykorzystywane na potrzeby jego zaplecza.

Produkcja energii elektrycznej z gazu składowiskowego jest często stosowanym rozwiązaniem, jednak posiada ona pewne wady. Podstawową jest niska sprawność energetyczna procesu w przypadku, gdy nie jest odzyskiwane ciepło z chłodzenia silników. Dla zwiększenia efektywności procesu konieczna jest praca w układzie skojarzonym, a to wymaga znalezienia odbiorcy ciepła. Nie jest to jednak proste. Podobnie jak zdarzają się trudności ze wykorzystaniem całości energii elektrycznej. Przy braku przemysłowego odbiorcy o stałym zapotrzebowaniu dobrym rozwiązaniem może być oddanie energii elektrycznej do sieci, ale często nie są tym zainteresowane przedsiębiorstwa zarządzające siecią [2].

Inaczej kształtuje się sprawa z pozyskaniem biometanu. Kwestią tą zainteresowani są przede wszystkim polscy rolnicy. Oczekują oni od przedstawicieli świata nauki i polityki informacji w zakresie możliwości pozyskania energii dla różnych wielkości inwestycji. Szczególnego doradztwa i wsparcia oczekują ze strony Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Informacje te miałyby dotyczyć efektywności produkcji biogazu, zwłaszcza małych i średnich instalacji (o mocy do 200 kW), uwarunkowań formalno-prawnych oraz oddziaływania instalacji gazowych na środowisko.

Bariery dla rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce:

- formalne,
- finansowe,
- infrastrukturalne,
- informacyjne (społeczne).

Przeszkody formalne dotyczą przede wszystkim kwestii prawno-administracyjnej procesu inwestycyjnego. Pojawiają się problemy w zakresie uzyskania niezbędnych pozwoleń na budowę biogazowni. Procedura ta jest zawiła i złożona, trudna do przebrnięcia przez rolnika indywidualnego.

Przeszkody finansowe koncentrują się głównie na wysokich kosztach inwestycji. Nie ma również zagwarantowanej, stabilnej ceny sprzedaży energii wytworzonej z biogazu rolniczego.

Przeszkody infrastrukturalne to przede wszystkim niedostateczny rozwój sieci przemysłowych. Brak jest również w Polsce instalacji do oczyszczania biogazu.

Przeszkody informacyjne to niewiedza w zakresie efektywności energetycznej i ekonomicznej budowy biogazowni rolniczych. Ponadto brak jest rzetelnych informacji dla społeczeństwa w kwestii uciążliwości odorowej biogazowni dla otoczenia. Wszystko to przekłada się na protesty okolicznych mieszkańców wobec planów jakichkolwiek inwestycji związanych z biogazem. Stało się tak między innymi w Malborku, Parczewie czy wielu innych miejscach, gdzie inwestycje blokowane są z powodu oporu społecznego.

4. Metody poprawy użytkowania biometanu w Polsce

Aby poprawić sytuację użytkowania biom etanu, jako paliwa dla pojazdów należy opracować odpowiednie narzędzia wsparcia. Mogłyby to być rozwiązania dostępne już w innych krajach europejskich [7]:

- zwolnienie pojazdów napędzanych biogazem z opłat za parkowanie w miastach,
- utworzenie specjalnych stref w miastach (centra miast, ekologiczne obszary chronione, gdzie tylko pojazdy na biogaz są dozwolone, w tym publiczne pojazdy transportu),
- obniżenie podatków na ochronę środowiska dla firm korzystających z flot samochodowych działających na biogaz,
- wzmocnienie sektora badań i rozwoju nad wykorzystaniem biogazu w pojazdach
- wspieranie samorządów lokalnych w celu dostosowania biogazu, jako paliwa dla transportu publicznego, które może służyć jako przykład dla innych (obywateli, przedsiębiorców).

5. Podsumowanie

Biometan może okazać się już w niedalekiej przyszłości jednym z najlepszych odnawialnych źródeł energii oraz efektywnym paliwem alternatywnym w transporcie.

W Polsce, na chwilę obecną, biogaz jest postrzegany jako nowy i budzący wiele wątpliwości substytut paliw konwencjonalnych, a nie jako źródło przynoszące szereg korzyści środowiskowych i ekonomicznych. Dlatego też duży nacisk kładzie się na poprawę naszej wiedzy w tym temacie. Poniżej przedstawiono strony internetowe projektów promujących stosowanie biometanu w transporcie [7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Już w 2013 roku Polska ma produkować co najmniej 1 mld m³ biogazu - takie są założenia programu przygotowanego w ministerstwie rolnictwa. W 2020 roku ta wielkość ma się podwoić. Eksperti przekonują, że Polska posiada wiele niewykorzystanych odpadów powstałych w rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym, które zamiast trafiać na wysypiska lub do utylizacji, powinny być źródłem biogazu [9].

Możliwość zastosowania do produkcji biogazu wielu substratów oraz unijne i krajowe wsparcie dla tego typu inwestycji powoduje, że Polska ma szansę stać się dużym producentem biogazu.

Publikację wykonano w 2012 roku w ramach badań statutowych zarejestrowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod nr 11.11.100.481

Literatura

1. Ciuła J.: Biogaz składowiskowy jako źródło energii odnawialnej. AURA Ochrona środowiska, nr 5, 2009, s. 23-25.
2. Dudek J.: Wykorzystaniem biogazu ze składowisk odpadów komunalnych do celów energetycznych. PAN, Polityka Energetyczna, tom 11, zeszyt 2, 2008, s. 25-32
3. Janczur K.: Biogazownia rolnicza - inwestycja chroniąca klimat. Czysta Energia, nr 1, 2009.
4. Kupczyk A. (et. al.): Wybrane problemy produkcji i wykorzystania biogazu. Biogaz w krajach Unii Europejskiej i w Polsce. Energetyka, nr 8, 2009.
5. www.cng.auto.pl
6. www.eurobserv-er.org/pdf/biofuels_2011.pdf
7. www.gashighway.net
8. www.komunalny.pl
9. www.naszdziennik.pl/index.php?typ=po&dat=20090224&id=po52.txt
10. www.ngvglobal.com
11. www.balticbiogasbus.eu
12. www.biofuel-cities.eu
13. www.biogasmax.eu
14. www.biomaster-project.eu
15. www.iea-biogas.net
16. www.madagascar.eu
17. www.ngvaeurope.eu
18. www.swentec.se
19. www.urbanbiogas.eu
20. www.pigeo.org.pl

Dr inż. Dariusz FUKSA

Mgr inż. Ewa CISZYŃSKA

Mgr inż. Paulina ŁYKO

Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 39

tel. (0-12) 617 21 27, (0-12) 617 20 77

e-mail: fuksa@agh.edu.pl

epekala@agh.edu.pl