

Leszek Kornalewski<sup>1</sup>Jacek Malasek<sup>2</sup>EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUNDCENTRAL  
EUROPE  
COOPERATING FOR SUCCESS.

# PROBLEMY WYKORZYSTANIA SPRĘŻONEGO GAZU ZIEMNEGO W MIEJSKIM TRANSPORCIE ZBIOROWYM

Rozwój społeczno-gospodarczy przyczynia się do zwiększenia liczby pojazdów samochodowych. Również w obszarach zurbanizowanych porusza się coraz więcej pojazdów silnikowych zasilanych etyliną i olejem napędowym. Natężenie ruchu pojazdów wzrasta z roku na rok. Powoduje to potęgowanie problemu związanego z negatywnym ich oddziaływaniem na środowisko. Poszukiwanie rozwiązań polegających na zastosowaniu paliw alternatywnych w autobusach komunikacji miejskiej powinno przyczynić się do złagodzenia problemu zanieczyszczenia środowiska. W artykule przybliżono problematykę wykorzystania gazu ziemnego do zasilania autobusów w transporcie zbiorowym.

## Wprowadzenie

Wzrost liczby pojazdów powoduje konieczność podejmowania decyzji mających na celu ograniczenie negatywnych skutków związanych ze wzrostem zanieczyszczeń powietrza. Podstawowymi zagrożeniami środowiska związanymi z eksploatacją pojazdów silnikowych są zanieczyszczenie powietrza, gleby i wody, a także wzrost poziomu hałasu. Transport drogowy uważany jest za jedną z głównych przyczyn zanieczyszczenia powietrza oraz za główną przyczynę zagrożeń hałasu. Również miejska komunikacja autobusowa w znacznym stopniu negatywnie wpływa na środowisko naturalne. W Polsce zbiorowa komunikacja autobusowa występuje właściwie we wszystkich miastach tam, gdzie zorganizowano komunikację komunalną. Ocenia się, że udział autobusów w miejskich przewozach pasażerskich przekracza 60% ogółu pracy przewozowej transportu miejskiego.

Dlatego też bardzo ważnym staje się problem ograniczenia ilości zanieczyszczeń i hałasu wytwarzanego przez pojazdy. Poszukiwanie rozwiązań polegających na zastoso-

waniu paliw alternatywnych w autobusach komunikacji miejskiej powinno przyczynić się do złagodzenia problemu zanieczyszczenia środowiska.

Ponadto, przepisy Unii Europejskiej przewidują wzrost wykorzystania paliw alternatywnych do 20% zużycia wszystkich paliw komunikacyjnych, w tym udział gazu ziemnego do 10%. Zakłada się, że do 2020 roku liczba pojazdów zasilanych gazem ziemnym wzrośnie na świecie do 23 milionów, zużywających rocznie około 50 miliardów m<sup>3</sup> gazu. Statystyki wykazują, że na świecie aktualnie porusza się około 10 milionów takich pojazdów. Jednocześnie polityka UE zmierzająca do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, a przede wszystkim CO<sub>2</sub>, będzie stymulować rozwój środków transportu drogowego zasilanych gazem ziemnym. Dotyczyć to będzie także Polski.

## Wpływ transportu autobusowego na jakość powietrza

Autobusowe silniki wysokoprężne zasilane olejem napędowym wysyłają do atmosfery znaczną ilość szkodliwych substancji dla człowieka oraz fauny i flory. Spaliny silników zasilanych olejem napędowym są mieszaniną wielu związków chemicznych, które są wynikiem spalania paliwa, a także oleju silnikowego. Gazy i cząsteczki stałe, które nie uległy spalaniu, emitowane są do atmosfery.

Podstawowymi składnikami spalin silników zasilanych olejem napędowym są:

- dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) – nie jest gazem trującym, ale wynikiem bardzo efektywnego spalania; emisja dużych ilości CO<sub>2</sub> w skali globalnej zakłóca równowagę termodynamiczną atmosfery, powodując tzw. efekt cieplarniany;
- tlenek węgla (CO) – jest gazem trującym, bezbarwnym i bezwonny, który powstaje głównie na skutek niedoboru tlenu; jest jednym z najbardziej toksycznych składników gazów spalinowych silników samochodowych; wdychanie tlenu węgla powoduje zakłócenia procesu oddychania, bóle i zawroty głowy;
- węglowodory (HC) – są to nie spalone lub częściowo spalone cząstki paliwa, szczególnie trujące i o bardzo negatywnym oddziaływaniu na organizm człowieka;

<sup>1</sup> Mgr inż., Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Zakład Systemów Zarządzania i Telematyki, lkornalewski@ibdim.edu.pl

<sup>2</sup> Dr inż., Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Zakład Systemów Zarządzania i Telematyki, jmalasek@ibdim.edu.pl

najbardziej niebezpiecznymi związkami są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, które mają działanie rakotwórcze oraz uczestniczą w tworzeniu smogu komunikacyjnego;

- tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ ) – przyczyną ich powstania jest obecność cząstek tlenu  $\text{O}_2$  i azotu  $\text{N}_2$  w strefie spalania w cylindrze silnika, gdzie w wysokiej temperaturze następuje ich rozpad. Powstają tlenek azotu (NO) i dwutlenek azotu ( $\text{NO}_2$ ) oznaczane symbolem  $\text{NO}_x$ . Tlenki azotu zaliczane są do najbardziej toksycznych składników gazów spalinowych;
- cząstki stałe (PM) – (ang. *Particulate Matter*), są to wszystkie substancje, które opuszczają rurę wydechową w stanie innym niż gazowy, czyli w stanie ciekłym lub stałym; mogą to być cząstki nie spalonego węgla (sadza) oraz związki azotu i siarki oraz różnego rodzaju węglowodory ciężkie.

Bezpośrednie oddziaływanie tych związków chemicznych na człowieka może wywołać u niego wiele groźnych chorób. Szczególnie niebezpieczne dla organizmu są cząstki stałe zawarte w spalinach silników wysokoprężnych. Według Międzynarodowej Agencji Badań nad Nowotworami (International Agency for Research on Cancer – IARC) istnieją wystarczające dowody na ich rakotwórcze działanie.

Warunki, w jakich eksploatowane są autobusy miejskiej komunikacji zbiorowej, powodują zwielokrotnioną emisję zanieczyszczeń, która wynika z:

- pokonywania przez autobus komunikacji miejskiej do kilkuset kilometrów dziennie w gęstej sieci ulicznej, w obszarach o dużej gęstości zabudowy i zaludnienia, oraz ze
- znacznej liczby i gęstości przystanków.

Powyższe warunki przyczyniają się do nierównej pracy silnika z powodu częstych zatrzymań pojazdu i ruszania z przystanków oraz skrzyżowań, co powoduje zwiększenie zużycia paliwa oraz zwiększenie poziomu hałasu.

### Gaz ziemny paliwem alternatywnym

Gaz ziemny znajduje zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu oraz wykorzystywany jest w ciepłownictwie scentralizowanym i indywidualnym. W wielu państwach znalazł on zastosowanie jako źródło wytwarzania energii elektrycznej. Gaz ziemny w transporcie był stosowany od dawna. Jego wykorzystanie zapoczątkowano w latach 30. XX wieku, między innymi we Włoszech i w Rosji.

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania sprężonym gazem ziemnym – CNG (Compressed Natural Gas) jako paliwem wykorzystywanym w transporcie drogowym. Podstawową przyczyną zwiększenia wykorzystywania CNG są zdecydowane korzyści ekologiczne i ekonomiczne. Dlatego jednym ze sposobów ograniczenia emisji spalin przez silniki autobusowe jest zastosowanie jako paliwa alternatywnego sprężonego gazu ziemnego CNG. Autobusy zasilane gazem ziemnym są szczególnie pożądane

w dużych miastach, w których obserwuje się wysokie stężenie zanieczyszczeń w powietrzu i nadmierny hałas.

Pojazdy zasilane gazem ziemnym (NGV – Natural Gas Vehicle) stały się bardziej popularne w latach 70. ubiegłego wieku – w czasie kryzysu energetycznego. Obecnie ponownie wzrosło zainteresowanie CNG. Wpływa na to przede wszystkim wzrost cen paliw konwencjonalnych oraz zwiększenie liczby fabrycznie przystosowanych pojazdów, które spełniają coraz ostrzejsze normy emisji zanieczyszczeń.

Na świecie jeździ obecnie blisko 10 milionów pojazdów zasilanych sprężonym gazem ziemnym. Najwięcej jest ich w Argentynie i Brazylii (tabela 1). W Argentynie udział sprężonego gazu ziemnego w transporcie wynosi około 12% udziału zużycia oleju napędowego.

Tabela 1

| Liczba pojazdów zasilanych CNG w wybranych krajach nie będących członkami UE |                 |            |                 |
|--|-----------------|------------|-----------------|
| kraj   | liczba pojazdów | kraj       | liczba pojazdów |
| Argentyna  | 1 447 794       | Kolumbia   | 72 136          |
| Brazylia   | 1 035 773       | Ukraina    | 67 000          |
| Pakistan   | 900 000         | Egipt      | 62 702          |
| Indie  | 222 306         | Bangladesz | 50 530          |
| Iran   | 150 000         | Wenezuela  | 44 146          |
| Stany Zjednoczone  | 146 876         | Rosja      | 46 000          |
| Chiny  | 97 200          | Boliwia    | 35 810          |

W tabeli 2 przedstawiono liczbę pojazdów zasilanych sprężonym gazem ziemnym w wybranych krajach UE. Z danych w tabeli wynika, że stale wzrasta liczba pojazdów, w których silniki zasilane są CNG, dotyczy to także autobusów.

Tabela 2

| Liczba pojazdów zasilanych CNG w wybranych krajach UE |           |                   |         |                |       |
|---|-----------|-------------------|---------|----------------|-------|
| lp.   | kraj      | wszystkie pojazdy |         | w tym autobusy |       |
|   |           | 2006              | 2009    | 2006           | 2009  |
| 1   | Włochy    | 402 300           | 580 000 | 1 600          | 2 334 |
| 2   | Niemcy    | 34 000            | 64 454  | 1 100          | 1 513 |
| 3   | Bulgaria  | 7 305             | 60 255  | 150            | 206   |
| 4   | Szwecja   | 5 298             | 16 900  | 554            | 805   |
| 5   | Francja   | 8 400             | 10 150  | 400            | 2 100 |
| 6   | Austria   | 584               | 3 574   | 2              | 25    |
| 7   | Hiszpania | 912               | 1 863   | 356            | 847   |
| 8   | Polska    | 771               | 1 700   | 41             | 275   |
| 9   | Czechy    | 390               | 1 230   | 90             | 240   |
| 10  | Holandia  | 540               | 1 100   | –              | 162   |

Gaz ziemny jest mieszaniną lekkich węglowodorów. Występuje w przyrodzie w stanie wolnym, dlatego nie stanowi zagrożenia dla środowiska naturalnego. Gaz ten ma wiele cech paliwa doskonałego. Jest on ekologiczny, tani, bezpieczny i wygodny w stosowaniu.

Gaz ziemny dostępny na rynku polskim zawiera nie mniej niż 92% objętościowych metanu. Pozostałe składniki występują w niewielkich ilościach: wyższe węglowodory nasycone, azot, dwutlenek węgla siarkowodor i woda. Skład gazu ziemnego powoduje, że jest on doskonałym paliwem

silnikowym, nie wymagającym większych modyfikacji i przetwarzania. Silniki zasilane sprężonym gazem ziemnym emitują do atmosfery dużo mniejsze ilości substancji szkodliwych niż zasilane tradycyjnymi paliwami płynnymi. Brak efektu dymienia z rury wydechowej powoduje nie tylko odczuwalną różnicę jakości powietrza w okolicy pojazdu, ale ma dodatkowy efekt w postaci rzadszej konieczności malowania elewacji zewnętrznej budynków. Stosowanie CNG inicjuje zatem wtórny efekt ekologiczny polegający na ograniczeniu emisji z farb używanych do malowania budynków. Z tego powodu pojazdy zasilane CNG nie mają tytułu ograniczeń ruchu w centrach miast.

Ponadto do zalet NGV należy zaliczyć to, że:

- w czasie tankowania pojazdu gazem ziemnym nie ma emisji paliwa do atmosfery;
- efekt oddychania zbiorników gazu ziemnego nie następuje podczas postoju, jak dzieje się to w przypadku stosowania etyliny czy ON;
- CNG nie może skażać gruntu i wód gruntowych jak rozlane paliwa płynne;
- skład gazu ziemnego przyczynia się do wydłużenia żywotności silnika;
- CNG jest przesyłany do stacji tankowania rurociągami, co przyczynia się do zmniejszenia liczby cystern (transport ciężki) poruszających się po drogach;
- praca silnika zasilanego CNG jest równomierna, co przyczynia się do zmniejszenia hałasu;
- silniki zasilane CNG emitują małe ilości związków siarki, gdyż występuje ona w niewielkiej ilości w składzie gazu ziemnego;
- składniki gazu ziemnego nie są toksyczne.

Emisja substancji szkodliwych jest na tyle niska, że silniki autobusów zasilanych CNG spełniają aktualnie obowiązujące i planowane normy ochrony środowiska obowiązujące w krajach Unii Europejskiej.

W tabeli 3 przedstawiono wymagania poszczególnych norm UE w zakresie ograniczania emisji substancji szkodliwych w porównaniu do emisji zanieczyszczeń silnika Cursor 8 CNG o mocy 200 kW firmy Iribus IVECO i MAN E2866.

Tabela 3

| Poziom emisji według norm UE i wybranych silników zasilanych CNG |                   |                 |      |       |                 |       |
|--|-------------------|-----------------|------|-------|-----------------|-------|
| norma UE   | data wprowadzenia |                 |      |       |                 |       |
|  |                   | NO <sub>x</sub> | CO   | NMHC  | CH <sub>4</sub> | PM    |
| Euro 3   | styczeń 2000      | 5,0             | 5,45 | 0,78  | 1,6             | 0,1   |
| Euro 4   | styczeń 2005      | 3,5             | 4,0  | 0,55  | 1,1             | 0,03  |
| Euro 5   | wrzesień 2009     | 2,0             | 3,0  | 0,4   | 1,1             | 0,03  |
| Euro 6   | wrzesień 2014     | 0,4             | 1,5  | 0,13  | bd              | 0,01  |
| EEV  | zalecana od 2000  | 2,0             | 3,0  | 0,4   | 0,65            | 0,03  |
| Emisja wybranych silników  |                   |                 |      |       |                 |       |
| Cursor 8 GNV (200 kW)  |                   | 0,43            | 0,16 | 0,004 | 0,015           | 0,00  |
| MAN E2866  |                   | 0,36            | 0,12 | 0,00  | 0,02            | 0,007 |

Oznaczenia w tabeli:

EEV – pojazd szczególnie przyjazny środowisku (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle), NO<sub>x</sub> – tlenki azotu, CO – tlenek węgla, NMHC – węglowodory niemetanowe, CH<sub>4</sub> – metan, PM – cząstki stałe.

W tabeli 4 przedstawiono emisję zanieczyszczeń środowiska w trakcie eksploatacji silników na różne paliwa.

Tabela 4

| Poziom emisji w zależności od rodzaju stosowanego paliwa |       |                 |     |                 |                 |       |
|--|-------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-------|
| rodzaj paliwa  | NMHC* | CH <sub>4</sub> | CO  | NO <sub>x</sub> | NO <sub>2</sub> | PM    |
| ON   | 0,3   | 0,0             | 2,5 | 5,6             | 0,5             | 0,109 |
| ON + DFP**   | 0,0   | 0,0             | 0,0 | 5,6             | 2,6             | 0,005 |
| LPG λ=1  | 0,0   | 0,0             | 1,8 | 0,1             | 0,0             | 0,009 |
| CNG λ=1  | 0,0   | 0,2             | 0,4 | 1,6             | 0,4             | 0,014 |
| CNG lean-burn  | 0,0   | 0,2             | 0,0 | 3,9             | 0,6             | 0,012 |

\* węglowodory bez udziału metanu \*\* platynowy filtr cząstek stałych

Gaz ziemny jako paliwo, które może zastąpić olej napędowy w autobusach komunikacji miejskiej, powoduje znaczne obniżenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, co skutkuje zmniejszeniem ryzyka powstania efektu cieplarnianego. Emisja innych zanieczyszczeń gazowych również jest w znacznym stopniu ograniczona, co zostało przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5

| Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń w wyniku zastosowania CNG |             |        |
|--|-------------|--------|
| rodzaj zanieczyszczenia                                      | Etylina/CNG | ON/CNG |
| CO   | 60–80%      | 70–80% |
| NMHC   | 85%         | 40–60% |
| NO <sub>x</sub>  | 50–80%      | 80–90% |
| PM   | –           | 99%    |
| CO <sub>2</sub>  | 20%         | 25%    |
| hałas  | bd          | 40%    |

Zmniejszenie emisji NO<sub>x</sub> do atmosfery przyczynia się do obniżenia ryzyka powstawania kwaśnych deszczy i ocieplenia się klimatu. Ponadto zastosowanie CNG obniża także emisję NMHC oraz cząsteczek stałych PM, które mają wpływ na powstanie smogu. Z uwagi na brak obecności siarki paliwo to nie wpływa negatywnie na budynki, szczególnie te zabytkowe. Zastosowanie w autobusach zasilania CNG wpływa na obniżenie poziomu hałasu do 40%, co ma szczególne znaczenie na terenach zurbanizowanych i o dużej gęstości zaludnienia. Równocześnie obniżenie poziomu hałasu w znacznym stopniu zwiększa komfort jazdy dla pasażerów.

Kolejnym czynnikiem, który powinien wpływać na rozwój zastosowania CNG w samochodach, jest czynnik ekonomiczny. Gaz ziemny jest dużo tańszy od paliw ropopochodnych, przy jednocześnie większej stabilności cenowej w porównaniu z ropą naftową. Zużycie paliwa wpływa w sposób bezpośredni na koszty eksploatacji pojazdów i jest uzależnione również od umiejętności obsługi autobusów. Z badań przeprowadzonych w miejskim przedsiębiorstwie autobusowym we Frankfurcie nad Odrą wynika, że właściwe szkolenie kierowców z zakresu eksploatacji pojazdów zasilanych CNG ma znaczący wpływ na zużycie gazu. Po szkoleniu kierowców odnotowano nawet 40% zmniejszenia zużycia gazu.



Czynnikiem przemawiającym na korzyść CNG, szczególnie w przypadku zastosowania w zakładach autobusowej komunikacji miejskiej, jest również jego wysoki poziom bezpieczeństwa. Na tak wysoki stopień bezpieczeństwa wpływają właściwości fizyko-chemiczne tego gazu. Metan jako główny składnik gazu ziemnego ma wysoką temperaturę zapłonu – ok.  $650^{\circ}\text{C}$  oraz jest lżejszy od powietrza. W przypadku rozszczelnienia jednego z elementów systemu paliwowego, w tym zbiorników, gaz ulatnia się, nie tworząc mieszanki wybuchowej. Gaz ziemny tworzy palną mieszaninę z powietrzem w stosunkowo wąskim zakresie. Spala się w powietrzu, gdy jego stężenie wyniesie około 5–12%. Według ocen amerykańskich specjalistów gaz ziemny jest najbezpieczniejszym paliwem silnikowym, zdecydowanie bezpieczniejszym niż etylina, olej napędowy czy propan–butan (LPG).

Produkowane obecnie zbiorniki (fot. 1.) pozwalają na magazynowanie gazu sprężonego do ciśnienia 700 barów, przy czym ciśnienie gazu stosowane w zbiornikach samochodowych nie przekracza 250 barów. Gdyby tego typu zbiornik został z jakiegokolwiek powodu przebity, np. w wyniku zdarzenia drogowego, jego konstrukcja zapewnia, że nie zostanie on rozerwany i nie nastąpi wybuch. Z nieszczelnego zbiornika wypływający gaz rozpręża się i tym samym obniża się jego temperatura, co uniemożliwia osiągnięcie temperatury zapłonu. W celu zapewnienia jeszcze większego poziomu bezpieczeństwa zbiorniki z paliwem umieszczone są na dachu autobusu, a to poprawia warunki ulatniania się gazu w przypadku uszkodzenia zbiornika. Na fotografiach 2–4 przedstawiono przykłady autobusów zasilanych CNG, w których zbiorniki na gaz umieszczone są na dachu pojazdu.

## Podsumowanie

Podstawowym celem zastosowania alternatywnych technologii zasilania pojazdów, w tym autobusów komunikacji miejskiej, jest:

- poprawa efektów finansowych,
- znaczne zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery,
- zmniejszenie zagrożeń akustycznych.

Suma zanieczyszczeń przez silniki zasilane CNG jest zdecydowanie niższa w porównaniu z zasilaniem paliwami tradycyjnymi. Nabiera to szczególnego znaczenia w aglomeracjach miejskich i obszarach o dużej gęstości zaludnienia tam, gdzie jednymi z większych źródeł emisji zanieczyszczeń są autobusy komunikacji miejskiej. Zastosowanie gazu ziemnego do zasilania autobusów przyczyni się do poprawy warunków środowiskowych w aglomeracjach poprzez zmniejszenie emitowanych zanieczyszczeń do atmosfery i obniżenie poziomu hałasu.



Fot. 1. Przykładowe zbiorniki kompozytowe na CNG instalowane w autobusach (PKM Tychy)



Fot. 2. Autobus Lion's City CNG ([www.man-mn.pl](http://www.man-mn.pl))



Fot. 3. Autobus Mercedes Benz – O 405 CNG ([www.autoline.com.pl](http://www.autoline.com.pl))



Fot. 4. Autobus Volvo 7700 CNG ([www.autobusik.com](http://www.autobusik.com))

*Dokończenie tekstu na stronie 47*

gu ok. 5 godzin zamiast 15 minut) pozwoli na oszczędności z tytułu niekorzystania z niezbędnej, w przypadku szybkiego tankowania, sprężarki o mocy 165 KW,

- budowę lakierni ekologicznej za kwotę około 1,5 mln zł.,
- zwiększenie w roku 2013 do 30 liczby autobusów napędzanych gazem CNG.

Proekologiczne działania przedsiębiorstwa zostały nagrodzone pierwszym miejscem w kategorii „Redukcja emisji CO<sub>2</sub>” w konkursie organizowanym przez Marszałka Województwa Pomorskiego i przez PGNiG „Złotym Płomieniem Gazownictwa” za popularyzację CNG jako alternatywnego źródła zasilania pojazdów.

### Podsumowanie

Jak wykazuje przykład PKM w Gdyni, autobusy zasilane CNG są nie tylko bardziej przyjazne środowisku, lecz również – wbrew opiniom sceptyków – opłacalne. Szacuje się, że zastąpienie w PKM Gdynia autobusów zasilanych ON przez autobusy na CNG spowodowało w okresie od września 2007 do grudnia 2009 roku następujące spadki emisji substancji toksycznych:

- NO<sub>x</sub> – zmniejszenie o ok. 700 ton,
- CO – mniej o ok. 611 ton,
- PM10 – mniej o ok. 864 tony,
- CO<sub>2</sub> – mniej o ok. 175 ton,
- aldehydy – mniej o ok. 612 ton,
- węglowodory aromatyczne – zmniejszenie o ok. 792 tony.

*Dokończenie tekstu ze strony 41*

Do najważniejszych argumentów przemawiających za stosowaniem CNG w autobusach komunikacji miejskiej należą:

- niska emisja zanieczyszczeń środowiska – spełniona jest norma EURO 5 i mająca dopiero obowiązywać EURO 6,
- cicha praca silnika – do 10 dB mniej w porównaniu z silnikiem zasilanym ON,
- porównywalna moc i zasięg w stosunku do paliw tradycyjnych,
- tańsza eksploatacja w porównaniu do silników zasilanych ON,
- dobre przyspieszenia,
- wysoki komfort jazdy,
- wydajne ogrzewanie z układu chłodzenia silnika.

Do wad autobusów zasilanych CNG należy zaliczyć:

- zbyt małą jeszcze w Polsce liczbę stacji tankowania CNG,
- wyższy koszt zakupu nowego pojazdu zasilanego CNG,
- konieczność przygotowania specjalistycznego zaplecza diagnostyczno-naprawczego.

Odnotowywane oszczędności na kosztach paliwa i duże przebiegi autobusów zasilanych gazem powodują, że wyższe koszty zakupu autobusu na gaz (1,3 mln zł wobec ok. 1,1 mln zł w przypadku autobusu przegubowego zasilanego ON) zwracają się w PKM Gdynia już po dwóch latach eksploatacji pojazdu.

Potwierdzenie opłacalności taboru zasilanego CNG stanowią również autobusy Irisbus eksploatowane przez MPK Wałbrzych. Od grudnia 2006 do końca kwietnia 2009 roku wszystkie autobusy zasilane CNG przejechały tam łącznie 2 284 142 km, a koszt paliwa wyniósł 2 162 445 PLN. Ponieważ przy tej samej liczbie kilometrów przejechanych przez autobusy zasilane ON koszt paliwa wynosił 2 973 953 zł, zaoszczędzono ponad 800 tys. zł.

### Literatura

1. Bogusz A., *Sprężony gaz ziemny – alternatywne paliwo dla transportu zbiorowego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2009, nr 7 i 8.
2. Filip M., *Wykorzystanie alternatywnego napędu CNG w zasilaniu autobusów komunikacji miejskiej w Rzeszowie*, 68. Ogólnopolskie Seminarium Stowarzyszenia Inżynierii Ruchu Drogowego, Rzeszów listopad 2009, Biuletyn KLIR nr 68.
3. Gałkiewicz K., PKM Gdynia, prezentacja 2010.
4. Korzec E., Szutlej A., *CNG jako paliwo alternatywne w zakładach komunikacji miejskiej*. IV Krakowska Konferencja Młodych Uczonych, Kraków 2009.
5. Sas J., *Wybierz paliwo CNG – nowoczesność, oszczędność, bezpieczeństwo, ekologia*, CNG Auto 2009.
6. Szurlej A., *Rozwój rynku CNG w Polsce na tle państw UE*, Polityka Energetyczna, tom 10, Zeszyt specjalny, 2007, nr 2.

Pomimo powyższych wad w Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, następuje stały rozwój rynku CNG. Jednakże w celu zwiększenia dynamiki rozwoju tego rynku niezbędna jest właściwa polityka fiskalna państwa, a także promowanie tego paliwa przez PGNiG SA oraz stabilność prawa w tym zakresie. Jest to bardzo ważne z punktu widzenia przyszłych inwestorów, w szczególności dla zakładów komunikacji miejskiej.

### Literatura

1. Bogusz A., *Sprężony gaz ziemny – alternatywne paliwo dla transportu zbiorowego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2009, nr 7 i 8.
2. Filip M., *Wykorzystanie alternatywnego napędu CNG w zasilaniu autobusów komunikacji miejskiej w Rzeszowie*, 68. Ogólnopolskie Seminarium Stowarzyszenia Inżynierii Ruchu Drogowego, Rzeszów, listopad 2009, Biuletyn KLIR nr 68.
3. Korzec E., Szutlej A., *CNG jako paliwo alternatywne w zakładach komunikacji miejskiej*, IV Krakowska Konferencja Młodych Uczonych, Kraków 2009.
4. Sas J., *Wybierz paliwo CNG – nowoczesność, oszczędność, bezpieczeństwo, ekologia*, CNG Auto 2009.
5. Szurlej A., *Rozwój rynku CNG w Polsce na tle państw UE*, Polityka Energetyczna, tom 10, Zeszyt specjalny 2007, nr 2.
6. www.cng.auto.pl