

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

# AUTOBUSY ZASILANE GAZEM ZIEMNYM W MIEJSKIM TRANSPORCIE ZBIOROWYM W POLSCE

W artykule przedstawiono stan, uwarunkowania i problemy wykorzystania w przedsiębiorstwach obsługujących miejski transport zbiorowy w Polsce.

## Wprowadzenie

Paliwa alternatywne są obecnie wykorzystywane w polskich przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej w bardzo niewielkim zakresie i dotyczy to prawie wyłącznie autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym CNG. Należy sądzić, że sytuacja ta ulegnie zmianie w wyniku konieczności wdrożenia Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/33/WE z 23 kwietnia w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.

Dyrektywa nakłada obowiązek uwzględniania przy zakupie pojazdów czynnika energetycznego i oddziaływania na środowisko w celu promowania i pobudzania rynku pojazdów ekologicznie czystych oraz zwiększania udziału sektora transportu w polityce Wspólnoty dotyczącej środowiska, klimatu i energii. Dyrektywa ma zastosowanie do zamówień na zakup pojazdów przez instytucje zamawiające oraz podmioty gospodarcze świadczące usługi w zakresie drogowego transportu pasażerskiego.

Artykuł 5 Dyrektywy „Zakup ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego” zawiera następujące zobowiązanie: „Państwa członkowskie zapewniają, że od dnia 4 grudnia 2010 r. wszystkie instytucje zamawiające i operatorzy będą uwzględniali przy zakupie pojazdów transportu drogowego czynniki energetyczne i oddziaływania na środowisko podczas całego cyklu użytkowania pojazdu”.

Koszty zużycia energii związane z eksploatacją pojazdów mają być obliczane w sposób następujący:

- zużycie paliwa powinno być obliczane w jednostkach zużycia energii na kilometr,

- koszty emisji CO<sub>2</sub> podczas całego cyklu eksploatacji pojazdu oblicza się przez pomnożenie przebiegu przez emisję CO<sub>2</sub> w kilogramach na kilometr i wartość opłaty za emisję kilograma CO<sub>2</sub>,
- koszty emisji innych zanieczyszczeń oblicza się poprzez zsumowanie kosztów emisji NO<sub>x</sub>, NMHC i cząstek stałych podczas całego cyklu użytkowania pojazdu.

Co dwa lata Komisja Europejska będzie przygotowywała sprawozdanie na temat efektów Dyrektywy i działań podejmowanych przez poszczególne państwa członkowskie w zakresie promowania zakupu ekologicznie czystych pojazdów transportu drogowego.

## Uwarunkowania techniczne stosowania CNG

Pomimo niekwestionowanych zalet, jakie posiada gaz ziemny, rozwój technologii CNG spotyka się z różnymi utrudnieniami. Podstawowym problemem wprowadzenia do eksploatacji pojazdów zasilanych CNG jest w Polsce brak wystarczająco rozbudowanej sieci stacji paliw przystosowanych do tankowania sprężonego gazu. Tworzenie takiej sieci ograniczają znaczne koszty budowy kompletnego obiektu. Ocenia się, że wahają się one w granicach 0,5 do 2,0 milionów zł/stację i są uzależnione m.in. od jej wydajności. Brak stacji paliw CNG stanowi poważne utrudnienie przede wszystkim dla pojazdów poruszających się na trasach zamiejskich na znaczne odległości. W przypadku komunikacji miejskiej brak odpowiedniej sieci stacji paliw CNG jest znacznie mniejszą barierą, bowiem autobusy komunikacji miejskiej poruszają się po określonym obszarze. Pojazdy te eksploatowane są z przerwami, które mogą być wykorzystywane na tankowanie. Tankowanie takiego autobusu może być realizowane metodą szybką, która pozwala na zatankowanie pojazdu w ciągu kilku minut, oraz metodę wolną – tankowanie trwa kilka godzin. Metoda powolnego tankowania jest bardziej energooszczędna, co wpływa niewątpliwie na ograniczenie kosztów eksploatacji stacji, a co za tym idzie, zmniejszenie kosztów eksploatacji autobusów komunikacji miejskiej.

<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

Kolejnym zagadnieniem, które utrudnia powszechne wprowadzenie autobusów komunikacji miejskiej zasilanych CNG, jest przystosowanie silników do zasilania sprężonym gazem ziemnym w dotychczas eksploatowanych autobusach. Przystosowanie autobusu do zasilania CNG wymaga zmian konstrukcyjnych nadwozia. W przypadku autobusów wysokopodłogowych butle z gazem montowane są w podłodze, co pociąga za sobą konieczność zastosowania wzmocnień konstrukcyjnych, bowiem butle z gazem są znacznie cięższe od zbiorników z olejem napędowym. W autobusach niskopodłogowych, z uwagi na brak miejsca w podłodze, butle z gazem montuje się na dachu pojazdu, co z kolei wymaga wzmocnienia konstrukcji nadwozia.

Silnik zasilany gazem pracuje podobnie jak silnik benzynowy, tak więc jego adaptacja nie wymaga szczególnie poważnych przeróbek. Większe problemy występują przy adaptacji silników wysokoprężnych. Przede wszystkim należy usunąć filtry oraz zbiorniki na olej napędowy i zainstalować układ gazowy z butlami. Koniecznym jest wykonanie zmian konstrukcyjnych silnika, które polegają m.in. na odprężeniu silnika, zmianie kształtu komory spalania, usunięciu układu wysokiego ciśnienia, a także zainstalowaniu układu zapłonowego. W celu zmniejszenia do minimum w spalinach tlenu azotu, tlenu węgla i węglowodorów, układ zasilania gazem należy wyposażać w odpowiednie katalizatory.

Z uwagi na wysokie ciśnienie sprężonego gazu (20 MPa) zbiorniki muszą być bardzo wytrzymałe i szczelne, dlatego też konieczne jest zastosowanie odpowiednich materiałów do wykonania butli. Do niedawna producenci butli wykonywali je głównie ze stali. Charakteryzują się one bardzo dużym ciężarem i jednocześnie wymagają zapewnienia znacznej liczby miejsca w samochodzie. Powodowało to zwiększenie masy pojazdu, a co za tym idzie – zwiększenie zużycia paliwa oraz zmniejszenia osiągnięć. Obecnie firmy wykonujące butle gazowe wykorzystują do ich produkcji materiały kompozytowe, nawet trzykrotnie lżejsze od stalowych. Zastosowanie kompozytów gwarantuje również większą trwałość zbiorników. Jednocześnie ich wyższa cena jest kompensowana przez mniejsze koszty montażu w porównaniu z butlami gazowymi oraz przez mniejszą masę, co przekłada się na zmniejszenie zużycia paliwa.

Wymagania stawiane infrastrukturze diagnostyczno-naprawczej dla autobusów zasilanych CNG są znacznie wyższe niż dla taboru zasilanego paliwami ropopochodnymi. Pomieszczenia, w których są stanowiska diagnostyczne, muszą być wyposażone w czujniki gazu, automatycznie uruchamiające odpowiednią wentylację, oraz zabezpieczenia przeciwpożarowe. Pomieszczenie musi mieć także podłogę z materiału antystatycznego, zapobiegającego powstawaniu isker, a instalacja elektryczna powinna być przeciwwybuchowa. Stację diagnostyczno-naprawczą należy ponadto wyposażać w przyrządy do diagnozowania silników zasilanych CNG. Do obsługi stacji tankowania CNG konieczne jest specjalistyczne przygotowanie pracowników. Powinni oni legitymować się wiedzą z zakresu obsługi urządzeń gazowych wysokociśnieniowych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami stan techniczny butli z CNG podlega okresowemu sprawdzaniu. Kontrole takie powinny być przeprowadzane co trzy lata. Z uwagi na to, że badania kontrolne są przeprowadzane poza terenem zajezdni, wymaga to wyłączenia z eksploatacji autobusu na czas dojazdu i wykonania kontroli.

### Autobusy zasilane CNG w Polsce

W Polsce, w połowie lat 80. ubiegłego wieku, wzrosło zainteresowanie gazem jako paliwem alternatywnym. Pierwsze autobusy na sprężony gaz ziemny pojawiły się w 1989 roku w Rzeszowie. Do napędu gazowego zaadaptowano 18 pojazdów, ale po krótkim czasie z powodu zmian strukturalnych gazyfikacja taboru została przerwana. Pierwsze autobusy zasilane metanem pojawiły się w Krakowie w 1993 roku. Komunikacja miejska użytkowała 6 autobusów przystosowanych do CNG. Były to, podobnie jak w Rzeszowie, adaptowane do zasilania gazowego autobusy Ikarus 280. W 1996 roku w Przemyślu przystosowano do napędu gazowego 16 autobusów Jelcz M11. Powodem, który zdecydował o zastosowaniu na taką skalę CNG w autobusach, było bliskie położenie ujęcia gazu z okolicznych złóż. Kolejnym miastem, które zdecydowało się (ponownie) na eksploatację autobusów zasilanych CNG, był Rzeszów. Aktualnie w MPK Rzeszów jeździ 40 autobusów na gaz. W ostatnich latach kolejne miasta zainteresowały się zastosowaniem CNG w swoich autobusach. Według danych z sierpnia 2010 roku w Polsce eksploatowane są 274 autobusy na CNG, kursujące w 21 miastach u 23 przewoźników (tabela 1).

Najwięcej jest autobusów zasilanych CNG marki Jelcz – 142 sztuki (ponad 50% ogółu taboru na CNG). Autobusy te zostały przystosowane do napędu na sprężony gaz ziemny. Pozostałe pojazdy są fabrycznie przystosowane do tego typu zasilania:

- VOLVO – 49 szt.,
- SOLARIS – 41 szt.,
- MAN – 14 szt.,
- IRISBUS – 13 szt.,
- MERCEDES – 7 szt.,
- NEOPLAN – 4 szt.,

Tabela 1

Przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej eksploatujące autobusy zasilane CNG					
Lp.	Nazwa firmy	Liczba autobusów CNG	Lp.	Nazwa firmy	Liczba autobusów CNG
1	MPK Rzeszów	40	12	MKS Mielec	8
2	MPK Wałbrzych	33	13	MKS Dębica	6
3	MPK Tarnów	32	14	MPK Kraków	5
4	MPK Radom	39	15	MZK Słupsk	5
5	PKM Tychy	18	16	PKS Dzierżonów	4
6	MZK Zamość	18	17	DLA Wrocław	4
7	MZK Przemyśl	15	18	MZK Toruń	3
8	ALP Elbląg	11	19	ZUK w Komornikach	2
9	PKM Gdynia	10	20	MPK Lublin	2
10	MZK Inowrocław	10	21	PKS Oława	1
11	Transgór Mystowice	8			
<b>RAZEM</b>		<b>274</b>			

- IVECO – 2 szt.,
- TEDOM – 2 szt.

Najwięcej autobusów zasilanych CNG eksploatowanych jest w MPK Rzeszów. MPK Wałbrzych posiada 33 autobusy zasilane gazem ziemnym, co stanowi 34% całego taboru. 25 Jelczy 120M (fot.1) zostało przystosowanych do napędu CNG, a 8 sztuk to fabrycznie nowe pojazdy marki Irisbus Citelis (fot. 2).

Na fotografiach nr 3–5 przedstawiono wybrane przykłady autobusów CNG eksploatowanych przez polskie przedsiębiorstwa komunikacji publicznej.

W Polsce gaz ziemny można zatankować na 39 stacjach (stan z sierpnia 2010), z których 33 są ogólnodostępne (tabela 2). Taka liczba stacji tankowania CNG jest nieporównywalnie mniejsza w stosunku do liczby stacji LPG (Liquifield Petroleum Gas), których jest powyżej 6 tysięcy. Aktualnie w Polsce najbardziej popularnym paliwem alternatywnym stosowanym w transporcie drogowym jest gaz płynny LPG. W ostatnich latach staliśmy się światowym liderem pod względem wykorzystania tego paliwa.

Ogólnodostępne punkty tankowania CNG zlokalizowane są w miejskich zakładach komunikacyjnych, gazowniach i na stacjach paliw.

Tabela 2

Rozmieszczenie stacji tankowania CNG na terenie Polski					
Lp.	Województwo	Miasto	Lp.	Województwo	Miasto
1	dolnośląskie	Dzierżoniów Legnica Wrocław Wałbrzych Zgorzelec	7	warmińsko-mazurskie	Elbląg Olsztyn
2	podkarpackie	Dębica Mielec Jarosław Jasło Rzeszów	8	lubelskie	Lublin Zamość
3	małopolskie	Kraków Tarnów Trzebinia	9	śląskie	Pawłowice Tychy
4	kujawsko-pomorskie	Bydgoszcz Inowrocław Toruń	10	wielkopolskie	Poznań
5	mazowieckie	Radom Warszawa	11	świętokrzyskie	Sandomierz
6	pomorskie	Gdynia Słupsk			



Fot. 1. Jelcz 120M CNG. Instalowano od 8 do 10 zbiorników na paliwo umieszczonych pod podłogą przedziału pasażerskiego (Infobus)



Fot. 2 Irisbus Citelis 12 M CNG. Na dachu umieszczono 10 sztuk butli z gazem o pojemności 155 l każda (fot. J. Jackiewicz)



Fot. 3. Jelcz M121M/4 CNG. Na dachu autobusu znajdują się 4 kompozytowe zbiorniki paliwa, które zostały wkomponowane w konstrukcję dachu i częściowo wnikają do wnętrza pojazdu. Dzięki takiemu rozwiązaniu udało się zmniejszyć wysokość autobusu oraz poprawić jego właściwości jezdne (fot. Anna Serkis)



Fot. 4. Jelcz 125M/4 CNG. Na dachu tego modelu znajdują się 4 kompozytowe zbiorniki CNG (PKM Tychy)



Fot. 5. Mercedes O405NK CNG. Zbiorniki gazu umieszczone są na dachu (www.kmk.krakow.pl)



Dane zawarte w tabeli 2 wskazują na dużą nierównomierność rozmieszczenia i gęstości stacji tankowania CNG. Blisko 50% stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego zlokalizowanych jest w południowych województwach. W Gdyni i w Krakowie funkcjonują po dwie stacje CNG. Jednocześnie w województwach: lubuskim, opolskim, podlaskim i szczecińskim nie ma możliwości zatankowania paliwa CNG. Przewiduje się rozszerzenie liczby miejsc do tankowania tego paliwa o kolejne 13 stacji w: Cieszynie, Częstochowie, Gliwicach, Katowicach, Kielcach, Łodzi, Nowym Sączu, Olsztynie (druga stacja), Poznaniu (druga stacja), Szczecinie, Sosnowcu, Trzebini (druga stacja) i w Zakopanem.

### CNG w PKM Gdynia – droga do sukcesu

PKM Sp. z o.o. w Gdyni jest obecnie na tym terenie największym przewoźnikiem wykonującym zadania przewozowe (ponad 6 240 000 wozokilometrów rocznie) w transporcie publicznym. Przedsiębiorstwo obsługuje 43% przewozów autobusowych w mieście i okolicznych gminach. W trosce o komfort pasażerów od roku 2007 w przedsiębiorstwie eksploatowane są tylko autobusy niskopodłogowe.

Według dokumentu „Zintegrowany Plan Rozwoju Transportu Publicznego w Gdyni w latach 2004–2013”: *Podstawowym celem polityki transportowej miasta Gdyni jest stworzenie warunków dla sprawnego i bezpiecznego przemieszczania osób i towarów przy zapewnieniu priorytetu dla transportu zbiorowego i ograniczaniu uciążliwości transportu dla środowiska.*

Priorytet zmniejszania uciążliwości transportu zbiorowego dla środowiska jest realizowany w PKM Gdynia poprzez zorganizowanie na terenie zajezdni na Kaczych Bukach nowoczesnej myjni ekologicznej oraz eksploatację autobusów zasilanych gazem ziemnym CNG. Obecnie PKM posiada 91 autobusów miejskich, z czego 10 to pojazdy zasilane gazem ziemnym CNG.

Realizację projektu „CNG – Ekologiczny Transport Miasta Gdynia” i wprowadzenie do eksploatacji autobusów zasilanych gazem ziemnym poprzedziła wizyta w porównywalnej wielkością zajezdni autobusowej w Hildesheim k.Hanoweru w Niemczech we wrześniu 2005 roku. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie przez PKM testów eksploatacyjnych autobusów zasilanych CNG pięciu różnych marek:

- MAN NG 313 we wrześniu 2005,
- IRISBUS CNG w czerwcu 2006,
- TEDOM 123 G CNG w grudniu 2006,
- MAN Lion’s City CNG w styczniu 2008,
- TEDOM 123 G we wrześniu 2008.

Już w grudniu 2005 roku powstało Wstępne Studium Wykonalności dla projektu „CNG – Ekologiczny Transport Miasta Gdyni”. Kolejne działania obejmowały:

- podjęcie uchwały przez Radę Nadzorczą PKM w Gdyni z 12 stycznia 2006 wyrażającej poparcie dla działań Zarządu Spółki zmierzających do sukcesywnej rozbudowy floty napędzanej CNG;
- podpisanie 31 stycznia 2006 roku porozumienia o współpracy z Pomorską Spółką Gazownictwa Sp.

z o.o. w Gdańsku, określającego działania stron w zakresie przygotowania i wdrożenia wspólnych projektów ekologicznych, mających na celu popularyzację CNG w transporcie drogowym, w tym budowę stacji szybkiego tankowania gazu ziemnego na terenie zajezdni PKM;

- uzyskanie zgody Urzędu Miejskiego w Gdyni na poddzierżawienie części nieruchomości gminnej na rzecz Pomorskiej Spółki Gazownictwa w Gdańsku w celu wykonania stacji tankowania gazu ziemnego CNG.

W marcu 2007 roku, w wyniku przetargu nieograniczonego, PKM w Gdyni zakupiło 5 sztuk autobusów przegubowych niskopodłogowych marki MAN Lion’s City G CNG.

Zakup autobusów poprzedziły skomplikowane negocjacje. W związku z wymogiem władz miasta, że autobus przegubowy musi zabierać co najmniej 160 pasażerów, zaszła konieczność zwiększenia pojemności autobusu. Firma MAN zgodziła się spełnić ten warunek i dostarczyć wyprodukowane w Sadach k.Poznania pojazdy o pojemności 161 osób.

Kolejnym warunkiem postawionym producentowi przez PKM w Gdyni było przeszkolenie pracowników w obsłudze nowego rodzaju taboru. I ten warunek został spełniony. Firma MAN przeszkoliła łącznie 58 członków załogi PKM, przy czym 18 osób zdobyło uprawnienia do obsługi urządzeń z wysokim ciśnieniem gazu.

Przed dostawą pierwszych autobusów marki MAN, co nastąpiło 3 września 2007 roku, należało jeszcze uruchomić stację szybkiego tankowania CNG. W ostatniej chwili, bo 28 sierpnia 2007 roku, stacja tankowania została otwarta. Niestety, jeszcze nie na terenie zajezdni, wprawdzie w Gdyni, ale w odległości 12 kilometrów. Stwarzało to dla eksploatacji autobusów pewne niedogodności, ale, co najważniejsze, mogły one podjąć obsługę przewozów pasażerskich niezwłocznie po dotarciu do Gdyni.

Niezawodność pierwszych autobusów MAN na gaz ziemny oraz nadspodziewanie dobre wyniki przeprowadzonych analiz ekonomicznych skłoniły PKM do zakupu kolejnych pięciu sztuk w kwietniu 2009 roku. Podstawowe dane



Fot. 6. Prezes PKM w Gdyni Kazimierz Gałkiewicz (z lewej) z autorem (L.K.) przy autobusie MAN CNG. Na dachu pojazdu umieszczono lekkie, kompozytowe butle na gaz produkcji amerykańskiej

techniczne zakupionych autobusów MAN Lion's City G CNG A 23 są następujące:

- długość całkowita autobusu: 17 950 mm,
- szerokość całkowita: 2500 mm,
- wysokość wraz z dachowymi zbiornikami na gaz CNG: 3370 mm,
- zasięg na jednym tankowaniu: ok. 400 km,
- liczba miejsc: 160,
- moc silnika: 310 KM,
- pojemność silnika: 12 816 cm<sup>3</sup>,
- skrzynia biegów: automat ZF,
- sterowanie: komputer pokładowy obsługujący diodowe tablice elektroniczne, kasowniki i rejestrację pracy autobusu,
- monitoring kamerowy wnętrza całego pojazdu,
- klimatyzacja całego pojazdu,
- norma emisji spalin: EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle – pojazd bardziej przyjazny środowisku), ostrzejsza od EURO V,
- zmniejszenie hałasu o ok. 5 dB, co odczuwa się jako dwukrotnie cichszą pracę silnika.

Autobusy na gaz ziemny wymagają odpowiedniego zabezpieczenia hali przeglądów technicznych. Podłoga hali musi być pokryta przeciwdziałającą iskrzeniu warstwą antystatyczną, a ewentualne wycieki gazu (jest lżejszy od powietrza i szczęśliwie unosi się do góry) musi monitorować zestaw czujników.

Wielkim osiągnięciem zarządu PKM w Gdyni było doprowadzenie do uruchomienia 31 maja 2010 roku stacji szybkiego tankowania gazu na terenie zajezdni autobusowej na Kaczych Bukach. Koszt jej budowy wyniósł 2,2 mln zł i był w całości sfinansowany przez PGNiG.

Duże znaczenia dla prawidłowej eksploatacji autobusów na CNG ma jakość gazu. W przypadku stacji tankowania w PKM Gdynia jest ona wyjątkowo wysoka – dostarczany rurociągiem gaz jamalski ma zawartość metanu wynoszącą aż 96–97%.

Wysoka jakość gazu przyczynia się do tego, że oprócz walorów ekologicznych (wysoki wskaźnik czystości spalin i niski poziom hałasu) w PKM Gdynia uzyskano znako-

mite efekty ekonomiczne. Zużycie sprężonego gazu ziemnego jest, jak na autobus przegubowy, wyjątkowo niskie, rzędu 59–63 m<sup>3</sup> na 100 kilometrów. W przypadku innych testowanych autobusów wskaźnik ten dochodził nawet do 75. Autobusy MAN CNG osiągają wysoką gotowość techniczną, co pozwala na eksploataowanie ich we wszystkie dni tygodnia, realizując miesięczne przebiegi rzędu 10 tys. km.

Efekty ekonomiczne stosowania do napędu autobusów gazu CNG badane są w PKM Gdynia od września 2007 roku. Porównanie dotyczy eksploatowanych przez przedsiębiorstwo autobusów przegubowych zasilanych CNG typu MAN Lion's City G CNG i pięciu typów autobusów zasilanych ON: Neoplan 4021, Neoplan 4021 NF, Mercedes 405 G, Mercedes 405 GN i Volvo 7000 A.

W okresie od września do grudnia 2007 średnie zużycie paliwa na 100 km wahało się w poszczególnych miesiącach w przypadku ON od 54,05 do 57,10 litrów, a w autobusach napędzanych gazem od 60,75 do 62,60 m<sup>3</sup>. Przy średnim koszcie paliwa na 100 km w przypadku ON wynoszącym 169,82 zł i koszcie CNG 91,17 zł, oszczędność wynikająca ze stosowania napędu gazowego wynosiła 46,21%.

W okresie od stycznia do grudnia 2008 roku średnie zużycie paliwa na 100 km wahało się w poszczególnych miesiącach w przypadku ON od 54,13 do 56,96 litrów, a w autobusach napędzanych gazem od 59,30 do 62,75 m<sup>3</sup>. Przy średnim koszcie paliwa na 100 km w przypadku ON wynoszącym 176,99 zł i koszcie CNG 99,82 zł, oszczędność wynikająca ze stosowania napędu gazowego wynosiła 43,30%.

W okresie od stycznia do grudnia 2009 roku średnie zużycie paliwa na 100 km wahało się w poszczególnych miesiącach w przypadku ON od 50,20 do 56,02 litrów, a w autobusach napędzanych gazem od 61,37 do 66,86 m<sup>3</sup>. Przy średnim koszcie paliwa na 100 km w przypadku ON wynoszącym 147,91 zł i koszcie CNG 108,12 zł, oszczędność wynikająca ze stosowania napędu gazowego wynosiła 26,77%.

Oplącalność napędu gazowego ponownie wzrosła w pierwszym kwartale 2010 do 36,04%, co było spowodowane wzrostem ceny ON do 182,86 zł na 100 km.

W całym analizowanym okresie od września 2007 do marca 2010 autobusy MAN LPG przejechały łącznie 1,6 mln km. Przy średnim koszcie ON na 100 km wynoszącym 169,40 zł i koszcie CNG 104,00, odnotowano 38,08% oszczędności wynikających ze stosowania napędu gazowego.

Obecnie stacja szybkiego tankowania gazu CNG przynosi przedsiębiorstwu również dodatkowe zyski z tytułu sprzedaży gazu odbiorcom indywidualnym, zyskując na każdym sprzedanym m<sup>3</sup> gazu po 7 groszy.

Ostatnio dokonano zakupu czterech nowych autobusów MAN CNG, które wejdą do eksploatacji już w listopadzie 2010 roku.

Plany przedsiębiorstwa na przyszłość przewidują:

- uruchomienie stacji wolnego tankowania autobusów gazem CNG, co pozwoli na tańsze tankowanie pojazdów w porze nocnej. Przewidywany koszt inwestycji to ok. 1 mln zł. Wolne tankowanie (w cią-



Fot. 7. Stacja tankowania CNG (na prawym pasie ruchu dystrybutory przystosowane do komercyjnego tankowania samochodów osobowych) i ON na terenie zajezdni PKM Gdynia

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