

MERKISZ Jerzy¹
 NOWAK Mateusz²
 RYMANIAK Łukasz³
 ZIÓŁKOWSKI Andrzej⁴

Perspektywy rozwoju rynku paliwa CNG w Polsce

CNG, ceny paliw, właściwości paliw
 Sieć stacji tankowania CNG

Streszczenie

W artykule opisano zagadnienia o tematyce dotyczącej możliwości rozwoju rynku CNG jako paliwa do pojazdów. W artykule zawarte zostały również informacje o właściwościach i cenach CNG w porównaniu z paliwami ciekłymi (benzyna i ON), a także informacje o korzyściach ekologicznych wynikających z zastąpienia paliw ciekłych – sprężonym gazem ziemnym. W następnej kolejności opisano dostępność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego w Polsce a także perspektywy polepszenia aktualnego stanu. W pracy przedstawiono analizę ekonomiczną zakupu pojazdów zasilanych paliwami gazowymi wyposażonych w fabryczne układy zasilania z odpowiadającymi im wersjami benzynowymi, przy czym porównane zostały parametry oraz koszty eksploatacji tych pojazdów.

THE POTENTIAL OF CNG FUEL IN POLAND

Abstract

The article describes issues concerning on the possibility of development of the CNG as fuel for vehicles. There is also included an information on the properties and prices of CNG compared to liquid fuels (petrol and ON), as well as information about environmental benefits arising from the replacement of liquid fuels with compressed natural gas. Then the paper presents the availability of CNG fueling stations in Poland and the prospects of improving the current state. The paper presents an economic analysis of the purchase of vehicles powered by gaseous fuels equipped with factory CNG fuel systems to the corresponding versions fuelled with gasoline, there was also made a comparison of parameters and operating costs of these vehicles.

1. WPROWADZENIE

Gaz ziemny można zaliczyć do grupy tanich paliw ekologicznych. Jego stosowanie pozwala zmniejszyć emisję związków szkodliwych oraz koszty eksploatacji w porównaniu do jednostek spalinowych zasilanych tradycyjnymi paliwami ciekłymi. Rosnące ceny oleju napędowego oraz benzyny coraz częściej skłaniają użytkowników pojazdów samochodowych do poszukiwań rozwiązań alternatywnych, pozwalających stosować tańsze paliwa. Producenci pojazdów wprowadzają do oferty coraz więcej pojazdów hybrydowych, elektrycznych oraz zasilanych paliwami alternatywnymi [3]. W celu obniżenia kosztów eksploatacji użytkownicy najczęściej wybierają do zasilania silników spalinowych gaz ziemny CNG (ang. Compressed Natural Gas) lub mieszaninę propanu i butanu LPG (ang. Liquefied Petroleum Gas). Niniejszy artykuł został poświęcony zasilaniu CNG. Aby używać tego paliwa, pojazd musi być wyposażony w dodatkową instalację. W przypadku nowych samochodów, większość producentów oferuje doposażenie pojazdu w tzw. fabryczną instalację gazową za dodatkową opłatą. Natomiast w przypadku używanych pojazdów istnieje możliwość montażu instalacji zasilania gazem ziemnym w wyspecjalizowanych firmach, posiadających specjalne warsztaty i uprawnienia. Tego typu rozwiązania nazywane są instalacjami nakładkowymi. Z punktu widzenia ochrony środowiska i ekonomii, najlepiej stosować te pierwsze. Producent pojazdu jest zobowiązany zapewnić odpowiednią trwałość i wytrzymałość układu, a także spełnienie norm emisyjnych podczas użytkowania pojazdu.

2. EKOLOGICZNE ASPEKTY STOSOWANIA CNG JAKO PALIWA SILNIKOWEGO

Spełnienie coraz bardziej rygorystycznych limitów emisji związków szkodliwych spalin jest coraz trudniejsze. Udoskonalanie procesu spalania paliw ciekłych oraz układów oczyszczania spalin osiągnęło już bardzo wysoki poziom, dlatego należy poszukiwać innych kierunków rozwoju, np. Zastosowanie innego paliwa. Jednym z takich paliw jest gaz

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, POLSKA
 Tel: (+48) 61 665-22-07, fax: (+48) 61 665-22-04, E-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl

² Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, POLSKA
 Tel: (+48) 61 647-58-62, fax: (+48) 61 665-22-04, E-mail: mateusz.sl.nowak@doctorate.put.poznan.pl

³ Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, POLSKA
 Tel: (+48) 61 647-58-62, fax: (+48) 61 665-22-04, E-mail: lukasz.m.rymaniak@doctorate.put.poznan.pl

⁴ Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, POLSKA
 Tel: (+48) 61 647-58-62, fax: (+48) 61 665-22-04, E-mail: andrzej.wo.ziolkowski@doctorate.put.poznan.pl

ziemny. Jego właściwości sprawiają, że może być stosowany jako źródło zasilania silników spalinowych wykorzystywanych do różnych zastosowań. Najważniejsze właściwości CNG pozwalające na jego stosowanie w spalinowych jednostkach napędowych to [1, 2]:

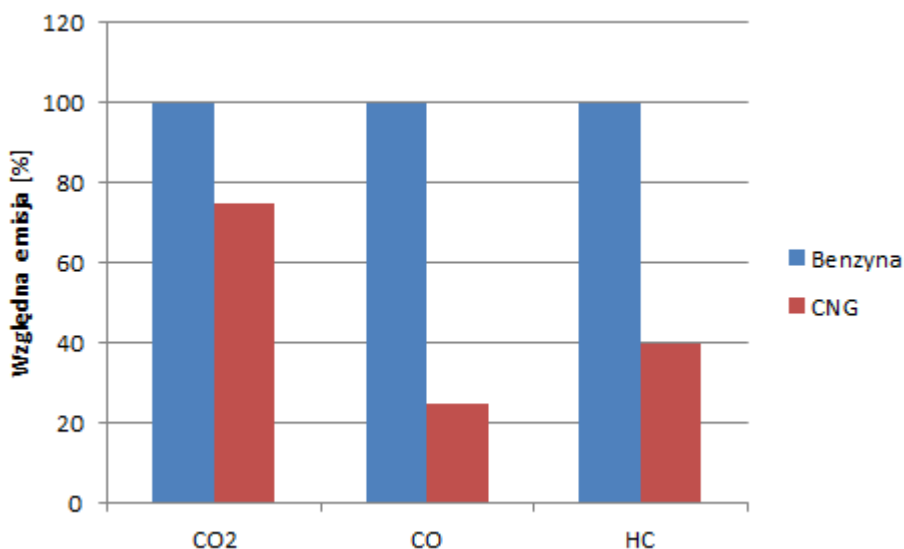
- duża liczba oktanowa,
- łatwość mieszania się z powietrzem, dzięki czemu mieszanka jest jednorodna,
- mała emisja cząstek stałych,
- szeroki zakres palności mieszanek gazowo-powietrznych, umożliwiający spalanie mieszanek ubogich,
- mniejsza wartość opałowa mieszanki stechiometrycznej paliwa gazowego od mieszanki stechiometrycznej paliwa ciekłego,
- wysoka temperatura samozapłonu.

Pierwsza i ostatnia cecha powoduje, że CNG jest odporny na spalanie stukowe. Dzięki temu szczególnie dedykowany jest do silników o zapłonie iskrowym. Z kolei łatwość mieszania się z powietrzem i mała emisja cząstek stałych powoduje, że zasilanie paliwami gazowymi może poprawić właściwości emisyjne silników o zapłonie samoczynnym. Właściwości CNG w porównaniu z ON i benzyną przedstawiono w tabl. 1.

Tab. 1. Podstawowe właściwości CNG, ON i Pb95 [2, 5, 13]

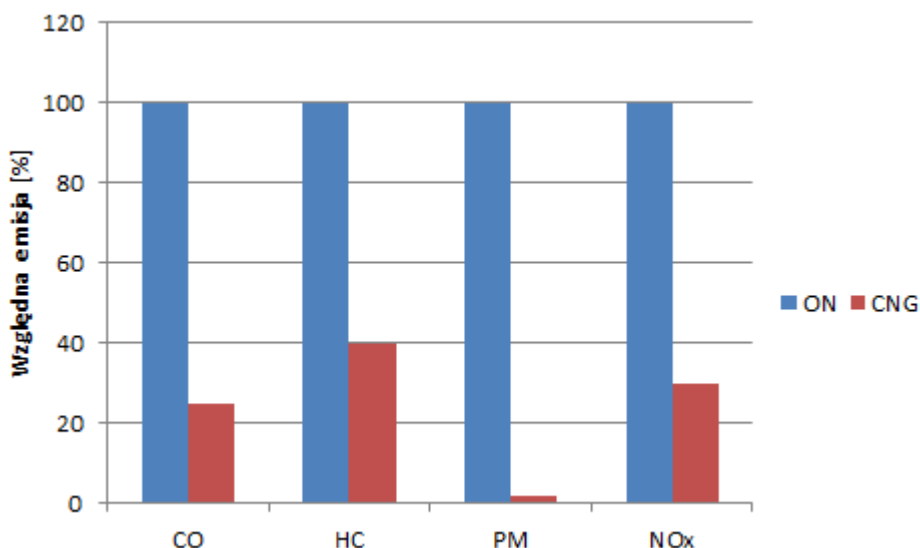
Parametr	CNG	ON	Pb95
Gęstość [kg/m ³]	0,655	820-845	720-775
LOM [-]	110	30 (B)	min. 85
LC [-]	-	min. 51	-
Wartość opałowa [MJ/m ³]	36	42-44/kg	42,3-43,5/kg
Wartość opałowa mieszanki stechiometrycznej [MJ/m ³]	3,4	3,66-3,83	3,66-3,86
Dolna granica zapalności [% obj. gazu w powietrzu]	5	0,6	0,6
Temperatura samozapłonu [K]	910	600	800

Spośród wszystkich paliw kopalnych, spalanie CNG obciąża środowisko w najmniejszym stopniu [11]. Przykładowe porównanie emisji składników szkodliwych i toksycznych spalin w przypadku zasilania pojazdu zasilanego CNG z pojazdem zasilanym benzyną i olejem napędowym – przedstawiono odpowiednio na rys. 1 i rys. 2. Z kolei w tabl. 2 zestawiono porównanie zużycia paliwa i emisji CO₂ dla wybranych pojazdów z fabryczną instalacją CNG w trybie benzynowym i gazowym.



Rys. 1. Porównanie emisji pojazdu napędzanego silnikiem o ZI zasilanego benzyną i CNG [11]

Z przedstawionych na rys. 2 danych wynika, że zastąpienie benzyny – gazem ziemnym w silniku o ZI pozwala zmniejszyć emisję CO₂, CO i HC. Największy spadek (ok. 75%) zanotowano w przypadku emisji CO, co jest wynikiem łatwości mieszania paliwa gazowego z powietrzem, a co za tym idzie – łatwości tworzenia mieszanek homogenicznych.



Rys. 2. Porównanie emisji pojazdu napędzanego silnikiem o ZS zasilanego ON i CNG [11]

Zastąpienie oleju napędowego gazem ziemnym, pozwala zmniejszyć emisję wszystkich związków toksycznych spalin emitowanych przez silnik o ZS (rys. 2). Szczególnie istotne jest praktycznie wyeliminowanie emisji PM (zmniejszenie o 98%) oraz 70% zmniejszenie emisji NO_x – związków toksycznych, które są krytyczne dla pojazdów wyposażonych w silniki o ZS. Zauważalne jest również zmniejszenie emisji CO i HC odpowiednio o 75 i 60%, których zawartość w spalinach silnika o ZS zasilanego ON jest bardzo mała ze względu na globalny nadmiar powietrza w komorze spalania.

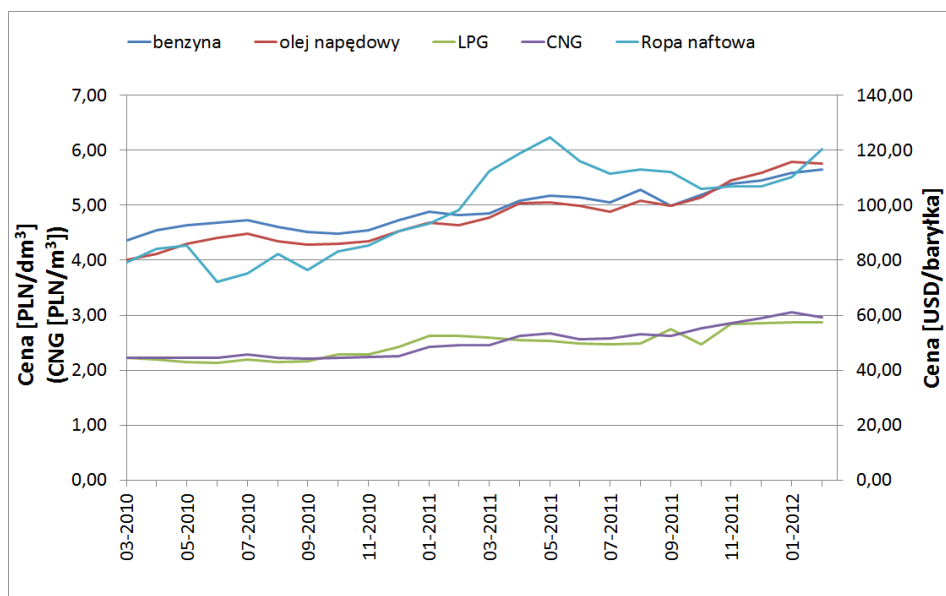
Tab. 2. Porównanie zużycia paliwa i emisji CO₂ dla wybranych pojazdów z fabryczną instalacją CNG w trybie benzynowym i gazowym [7]

Pojazd	Zasilanie benzyną		Zasilanie CNG		Zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
	Zużycie paliwa [l/100 km]	Emisja CO ₂ [g/km]	Zużycie paliwa [kg/100 km]	Emisja CO ₂ [g/km]	
Fiat Punto Natural Power	6,3	149	4,2	115	22,8
Mercedes B 180 NGT	7,3	170	4,9	135	20,6
Mercedes E 200 NGT	8,3	190	5,5	149	8,6
Opel Zafira CNG ecoFLEX	7,7	179	5,1	139	22,4
VW Caddy EcoFuel	8,2	195	5,7	156	20
VW Passat EcoFuel	6,8	157	4,3	117	40

3. CENY PALIW

Na ostateczną cenę danego paliwa wpływa bardzo wiele czynników. W cenę 1 dm³ paliwa wliczone są różnego rodzaju koszty: opłata paliwowa, podatek VAT, marża, akcyza oraz koszt samej produkcji. Udział poszczególnych czynników jest bardzo różny i zmienia się w zależności od sytuacji politycznej i gospodarczej państwa, a także polityki cenowej hurtowni oraz sprzedawców detalicznych. Akcyza naliczana jest według dyrektyw unijnych na m³ paliwa i wynosi około 21-31% ceny paliwa, marża stacji paliwowych wynosi 4-9%, natomiast podatek paliwowy wynosi około 2-5%. Jedynie podatek VAT jest stały i obecnie odpowiada 23% ceny netto paliwa. Pozostała część ceny to koszty związane z zakupem, przerobem (rafinacja) oraz transportem paliwa. Ostatecznie, dodatkowe opłaty, w przypadku benzyny stanowią około 52% ceny końcowej, a oleju napędowego około 41% a LPG około 46%. Inaczej jest w przypadku CNG. Na terenie naszego kraju od 14 lipca 2010 roku cena sprężonego gazu ziemnego jest ustalana według parytetu notowań średniej hurtowej ceny netto oleju napędowego Ekodiesel PKN Orlen, która jest uśredniana z ostatnich czterech pełnych tygodni. Obecnie parytet jest ustalony na poziomie 55%, a więc, kwota jaką trzeba zapłacić za 1 m³ CNG wynosi 55% ceny 1 dm³ oleju napędowego [9]. Do ceny należy jeszcze doliczyć podatek VAT. Na rysunku 1 przedstawiono zmiany ceny paliw ON, Pb95, LPG oraz CNG za 1dm³ w Polsce. Ponadto zamieszczono światowy kurs ceny baryłki ropy naftowej. Jak wynika z przebiegu krzywych cena paliwa w Polsce i ropy naftowej ma podobny trend, jednak przebiegi krzywych są różne.

Wynika to z różnej relacji walutowej oraz z okresu czasu pomiędzy zakupem ropy przez rafinerię, a jego dystrybucją na rynku.



Rys. 3. Zmiany ceny paliw w Polsce oraz ropy naftowej na świecie [8,10, 13, 14]

4. SIEĆ STACJI CNG W POLSCE

Tak samo ważna jak koszty eksploatacji pojazdu, jest dostępność punktów tankowania. W przypadku oleju napędowego i benzyny dostęp do punktów tankowania jest wystarczający niemal w każdym miejscu na Ziemi. Inaczej jest w przypadku stacji oferujących CNG. W Europie zachodniej, a szczególnie w Niemczech liczba tych stacji jest zadowalająca, natomiast w Polsce takich punktów jest 25. Na rys. 3 przedstawiono lokalizację istniejących i planowanych stacji CNG na terenie naszego kraju. Dnia 1 stycznia 2012 roku zlikwidowano stacje CNG w Olsztynie i Bydgoszczy. Dla użytkowników pojazdów zasilanych CNG pozostaje jednak nadzieja, że powstają również nowe stacje, m. in. w: Bytomiu, Cieszynie, Katowicach, Kielcach i Łodzi. Impulsem do zwiększenia liczby stacji oferujących CNG mogą być dofinansowania z Unii Europejskiej. Przykładowo do 13 kwietnia 2012 r. można było składać wnioski na udział w programie Trans-European Network Transport, z którego finansowana była połowa kosztów budowy stacji tankowania CNG.

Dla użytkowników pojazdów, którzy pokonują duże dystanse w ciągu roku, opłacalne jest zakupienie sprężarki do tankowania gazu ziemnego z sieci gazowniczej. Powstaje w ten sposób stacja tankowania CNG na potrzeby własne. Według [9] koszt takiej sprężarki rozpoczyna się od 12600 zł netto. Mimo ceny energii elektrycznej, którą pobiera taka sprężarka w trakcie tankowania, koszty za paliwo są jeszcze niższe niż w ogólnodostępnych punktach tankowania.



Rys. 4. Sieć obecnych i planowanych stacji tankowania CNG w Polsce [12, 14]

5. POJAZDY ZASILANE CNG I LPG

Przystosowanie pojazdu w fabryce do zasilania CNG pozwala zachować funkcjonalność standardowego modelu zasilanego benzyną lub olejem napędowym oraz utrzymać zasięg wynoszący przeciętnie 300-400 km. Najnowszym autem firmy Opel przystosowanym do spalania CNG, jakim jest Opel Zafira Tourer CNG ecoFLEX można przejechać bez tankowania nawet 530 km. Jest to szczególnie ważne dla zasilania tego typu paliwem, gdyż zbiorniki na sprężony gaz ziemny zajmują dużą objętość. Jest to powodem montażu mniejszych zbiorników na benzynę niż ma to miejsce w wersji na paliwo płynne. W efekcie pojazdy zasilane CNG są praktycznie jednopaliwowe. Przykładowo Volkswagen Caddy EcoFuel wyposażony jest w zbiornik benzynowy o pojemności 14 dm³, co wystarcza na przejechanie ok. 150 km.

Dla użytkownika eksploatującego pojazd, jednym z głównych argumentów podczas wyboru pojazdu jest cena paliwa, którym zasilany jest pojazd. W obliczu niemal każdej podwyżki cen paliw użytkownicy poszukują metody zmniejszenia kosztów paliwa. Trend ten się nasilił po tym jak w Polsce cena oleju napędowego przewyższyła cenę benzyny. Według niemieckiej organizacji ADAC – najtańsza jest eksploatacja aut napędzanych CNG. Pojazdy przystosowane do zasilania paliwami gazowymi są droższe od analogicznych modeli zasilanych wyłącznie benzyną. W tabeli 3 sporządzono zestawienie pojazdów zasilanych gazem ziemnym oraz zawarto dane dotyczące: wersji pojazdu, parametrów silnika, zużycia paliwa oraz przebiegu po którym zwróci się dodatkowy koszt zakupu instalacji. Informacje zaczerpnięto z rynku niemieckiego, gdzie oferta pojazdów z fabrycznymi instalacjami, szczególnie CNG jest szersza niż w naszym kraju. Kalkulacja opłacalności w porównaniu z analogiczną wersją zasilaną benzyną wykonana została dla rynku niemieckiego.

Tab. 3. Dane wybranych pojazdów zasilanych CNG [6]

Pojazd	Moc [kW/KM]	Zużycie gazu [kg/100 km]	Opłacalne po [km]
Fiat Panda 1.2 8V Natural Power	38/52	4,2	15000
Fiat Punto Evo 1.4 8V Natural Power	51/70	4,2	10000
Fiat Qubo 1.4 8V Natural Power	51/70	4,2	12000
Mercedes B 180 NGT	85/116	4,9	10000
Mercedes E 200 NGT	120/163	5,5	14000
Opel Zafira 1.6 CNG Turbo	110/150	5,1	7000
VW Caddy EcoFuel	80/109	5,7	12000
VW Passat TSI EcoFuel	110/150	4,3	0
VW Touran EcoFuel	110/150	4,7	10000

Zbiorniki CNG zajmują dużo miejsca, ze względu na ich wymaganą wysoką wytrzymałość. Zabudowa elementów układu jest skomplikowana i wymaga dostosowania do konkretnego modelu samochodu [4]. To sprawia, że większą popularnością cieszą się instalacje fabryczne, ograniczające funkcjonalność pojazdu w minimalnym stopniu. Osiągnięte jest to przez zmianę rozmieszczenia lub konstrukcji niektórych elementów dodatkowego układu już na etapie projektowania, czego nie da się zrobić poza fabryką.

Zestawienie pojazdów zasilanych CNG pozwala stwierdzić, że koszty poniesione na zakup pojazdu wyposażonego w instalację CNG zwracają się bardzo szybko. W rachunku ekonomicznym znaczne obniżenie kosztów eksploatacyjnych przyczynia się do szybszego zwrotu nakładów poniesionych na montaż tego typu układu zasilania. Główną przyczyną tej sytuacji jest niska cena gazu ziemnego oraz jego dobre właściwości chemiczne i fizyczne.

6. PODSUMOWANIE

Paliwa gazowe mogą stanowić dobrą alternatywę dla paliw płynnych. Eksploatacja pojazdów zasilanych CNG będzie opłacalna jeżeli utrzymane będą korzystne w stosunku do innych paliw obciążenia fiskalne. Istotną zaletą jest brak różnic w sposobie eksploatacji pojazdów zasilanych paliwami ciekłymi i gazowymi. W polskich warunkach z punktu widzenia eksploatacji pojazdu zasilanego paliwem CNG jest mało komfortowe ze względu na niezadowalającą liczbę stacji tankowania tego paliwa. Fakt ten jest dokuczliwy mimo, iż dystans jaki można pokonać między napełnianiem zbiorników w pojazdach z fabryczną instalacją CNG wynosi ok. 300-400 km. Tak więc z powodu małej liczby stacji tankowania CNG w naszym kraju, liczba pojazdów wykorzystujących to paliwo jest niewielka. Z drugiej strony mały popyt na to paliwo sprawia, że nie opłaca się inwestować w nowe punkty dystrybucyjne. Jednym ze sposobów poprawy tej sytuacji są dotacje państwowe i unijne na budowę stacji oraz ulgi dla kierowców jeżdżących pojazdami napędzanymi CNG. Jednak tzw. „zachęty” leżą w gestii władz, więc jak na obecną chwilę najlepszym, lecz dość kosztownym sposobem na rozwiązanie

problemu dostępności punktów tankowania CNG, jest stworzenie przydomowej stacji CNG na prywatny lub firmowy użytek.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Budzik G.: Zasilanie silników autobusów komunikacji miejskiej sprężonym gazem ziemnym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006.
- [2] Merkisz J., Pielecha I.: Alternatywne napędy pojazdów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
- [3] Merkisz J.: Rynek motoryzacyjny w dobie światowego kryzysu ekonomicznego. Combustion Engines, nr 3 2009.
- [4] Romaniszyn K.: Alternatywne zasilanie samochodów benzyną oraz gazami LPG i CNG. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
- [5] Szurlej A. – Rozwój rynku CNG w Polsce na tle państw UE; Polityka Energetyczna, Tom 10, zeszyt specjalny 2, 2007, s. 569 – 578.
- [6] www.auto-motor-und-sport.de.
- [7] www.auto-umwelt.de.
- [8] www.bankier.pl.
- [9] www.cng.auto.pl.
- [10] www.e-petrol.pl.
- [11] www.erdgasfahrzeuge.harzenenergie.de.
- [12] www.maps.google.pl.
- [13] www.orlen.pl.
- [14] www.pgnig.pl.