

CNG EQUIPMENT FOR VEHICLES

Gerard Bartłomiejczyk

Mazowiecka Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.

Oddział Gazownia Warszawska

00-412 Warszawa, ul. Kruczkowskiego 2

Abstract

Some CNG equipments for brand - new and retrofit vehicles are presented in the paper. Fast development of CNG technology on the basis of Gas Fuel Filling of Mazowiecka Gas Engineering Company Ltd. Branch of Warsaw Gas - Works experience is described. CNG equipments for vehicles are as good as liquid fuel equipments. Maintenance of NGV brings about less negatively on environment than maintenance of vehicles on conventional fuel. Natural gas is the safest fuel with the highest self - ignition temperature and is good alternative to petroleum fuels.

SAMOCODOWE INSTALACJE GAZOWE NA PALIWO CNG

Streszczenie

W referacie omówiono rodzaje instalacji zasilania silnika sprężonym gazem ziemnym, które montowane są zarówno fabrycznie jak i w samochodach poddanych konwersji. Szybko postępujący rozwój tej technologii na świecie został omówiony na podstawie własnego taboru i samochodów jakimi dysponują klienci Stacji Tankowania Gazem mieszczącej się na terenie Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. Z O.O. Oddział Gazownia Warszawska. Samochodowe instalacje na CNG technicznie dorównały benzynowym układom zasilania silników. Użytkowanie pojazdów NGV wpływa mniej negatywnie na stan środowiska naturalnego niż konwencjonalnych paliw silnikowych. Gaz ziemny jest najbezpieczniejszym z dostępnych paliw na rynku, ma najwyższą spośród nich temperaturę samozapłonu i stanowi alternatywę do paliw ropopochodnych.

1. Wstęp

Gaz ziemny jako paliwo silnikowe był już używany w XIX wieku. Pierwszy w historii silnik spalający gaz ziemny skonstruowany zostały w 1860 roku przez Etienne'a Lenoira. Kolejny silnik gazowy, czterosurowy, skonstruował August Otto w 1878 roku. Od tamtego czasu silniki gazowe przeszły wiele przeobrażeń, a technologia i technika w nich stosowane zostały całkowicie opanowane.

Obecne, wzmożone zainteresowanie paliwem jakim jest sprężony gaz ziemny jest podyktowane troską o stan środowiska naturalnego i dywersyfikacją dostaw paliw silnikowych. Postęp cywilizacyjny spowodował taki przyrost środków transportu, iż realną stała się obawa, że wyczerpią się w niedalekiej przyszłości zasoby paliw ropopochodnych. Z tego powodu konstruktorzy pojazdów poszukują paliw alternatywnych. Jednym z nich jest gaz ziemny. Uznany został za pomost do paliw wodorowych, które mają stać się popularne w niedalekiej przyszłości. Wzrastający ruch środków transportu przyczynia się do postępu degradacji środowiska naturalnego. Ochrona powietrza i zasobów naturalnych ziemi stała się istotnym zagadnieniem, które wpisane zostało do zrównoważonego rozwoju w XXI wieku. Sozologia została wzbogacona o nowe techniki ochrony środowiska, które wymagają wypracowania nowych technologii nieszkodliwych dla środowiska, lub przynajmniej nieuciążliwych dla niego.

Dyrektoriat Generalny Energii i Transportu Unii Europejskiej przedstawił optymalny scenariusz rozwoju rynku paliw dla środków transportu, który zakłada procentowy udział CNG na rok 2020 w wysokości 10%. Udział innych paliw substytucyjnych w tym samym roku ma wynieść: 8% dla biopaliw, a 5% dla wodoru. Największy udział CNG w tej grupie paliw wynika z jego dużych zasobów naturalnych, wysokiego bezpieczeństwa użytkowania takich silników, ekologicznych zalet, całkowitego opanowanie technologii; magazynowania, dystrybucji i użytkowania.

W ostatnich latach na świecie nastąpił gwałtowny przyrost pojazdów zasilanych CNG. Liczba takich samochodów w czerwcu 2002 roku wynosiła 1,5 miliona pojazdów, we wrześniu 2003 roku wynosiła już 2,5 miliona, a w grudniu 2003 roku wyniosła 3,3 miliona. Należy zaznaczyć, że państwa w których liczebność takich pojazdów jest mniejsza od tysiąca nie są uwzględniane w takich statystykach i faktyczna liczba pojazdów zasilanych CNG na świecie jest większa.

Prawie czterdziestu producentów samochodów na całym świecie produkuje już ponad sto modeli pojazdów zasilanych CNG. Seryjnie produkowane są nie tylko samochody zasilane gazem ziemnym, ale różne pojazdy których silniki posiadają zamkniętą komorę spalania. Po świecie poruszają się tak zasilane motorynki, gokarty, kosiarki ogrodowe, promy, poduszki, lokomotywy, śmigłowce, samoloty i wiele innych. Firmy podjęły wyzwanie przyszłości, a ekonomia nakazuje im inwestować w rozwój tego paliwa.

Polityka podatkowa wielu państw sprzyja początkom wprowadzania CNG na rynek paliw. Istnieją różne programy krajowe (dotychczas w Polsce brak), które wspierają to paliwo poprzez obniżenie akcyzy na CNG, lub jej nienakładanie, wprowadzenie ulg podatkowych dla użytkowników NGV, zwroty podatku dochodowego, dotowanie inwestycji, obniżenie opłat z tytułu parkowania NGV w centrach miast, nakaz stosowania procentowego udziału paliw alternatywnych w firmach transportowych, dotacje do ceny zakupu NGV, obowiązek stosowania paliw alternatywnych w dużych aglomeracjach miejskich, itp.

Istnieje program międzynarodowy NGV EUROPE dla 15 miast z Unii Europejskiej, w których przy wsparciu funduszy unijnych wprowadza się CNG do napędu pojazdów.

Polska staje się krajem członkowskim wspólnoty międzynarodowej. Można zaobserwować coraz większe zaangażowanie wielu podmiotów krajowych tą problematyką.

Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo jako dostawca gazu ziemnego, chcąc zapewnić swoim klientom komfort energetyczny przy zapewnieniu konkurencyjności kosztów i standardów ekologicznych podjęło działania zmierzające do budowy ogólnopolskiej sieci stacji tankowania CNG. Zakłada się, że stacje budowane przez regionalne konsorcja z PGNiG mają pracować w Tarnowie, Gdańsku, Gliwicach, Zakopanem, Piotrkowie Trybunalskim, Koninie, Białej Podlaskiej, Siedlcach, Poznaniu, Szczecinie. Nastąpi modernizacja istniejących już stacji w Warszawie, Wrocławiu i Krakowie. Celem strategicznym w tym obszarze jest stworzenie potencjału zapewniającego udział gazu ziemnego na rynku paliw silnikowych wynoszącego 2% w roku 2010 pod marką CNG AUTO.

2. Stacja tankowania CNG pracująca w Warszawie

Budowa stacji tankowania CNG w Warszawie była wpisana w specjalny program rządowy mający promować w latach 80-tych gaz ziemny jako paliwo silnikowe. Została uruchomiona na początku lat dziewięćdziesiątych na terenie "Gazowni Warszawskiej" przy ul. Kasprzaka 25.

Jest to stacja stacjonarna, sprężarkowa, podłączona do sieci gazowej średniego ciśnienia. Pracuje w oparciu o czterostopniową sprężarkę gazu produkcji amerykańskiej ARIEL JG-2 o wydajności 600Nm³/godz. i maksymalnym ciśnieniu napełniania 32MPa. posiada dwa

stanowiska do jednoczesnego tankowania samochodów gazem sprężonym. Dostępna jest dla klientów indywidualnych od poniedziałku do piątku w godz. 7¹⁵ - 15¹⁵ z wyłączeniem świąt. CNG jest odbierany ze stacji w Warszawie głównie jako paliwo samochodowe. Tankowane są również butle luzem, bądź wiązki butli. Gaz z butli luzem pobierany jest na potrzeby badawcze kilku instytutów, jak również do czasowego zasilania kuchenek gazowych. Zauważony postęp technologii i techniki w samochodowych instalacjach naszych klientów z Polski, Niemiec, Czech, Włoch i Ukrainy został zebrany w niniejszym opracowaniu.

3. Elementy instalacji CNg

Układ zasilania silnika gazem ziemnym nie różni się zasadniczo budową od układu zasilania benzyną, czy olejem napędowym. W pojeździe musi być zamontowany przede wszystkim zbiornik tego paliwa, urządzenie tworzące mieszankę paliwowo powietrzną, reduktor obniżający ciśnienie zmagazynowanego gazu do ciśnienia zasilania silnika, przewody gazowe i urządzenia sterujące pracą całego układu.

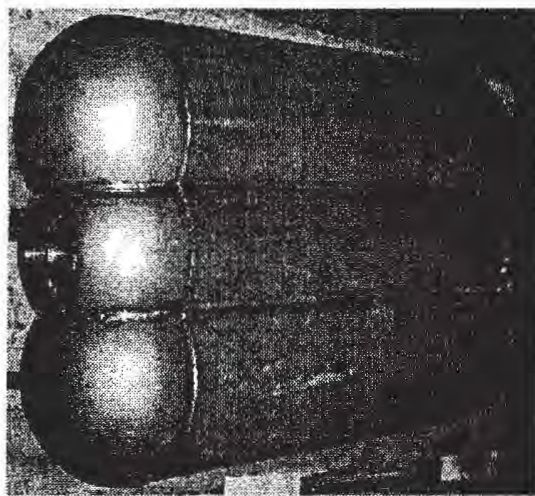
3. 1. Zbiornik CNG

Ciśnienie zgromadzonego gazu ziemnego w zbiorniku wynosi zazwyczaj 20MPa. Zbiornik CNG stanowi butla ciśnieniowa, lub wiązka takich butli. Pierwsze butle były wykonane w całości ze stali Rys.1 (1). obecnie montowane są zbiorniki kompozytowe, czterokrotnie lżejsze. Badaniom poddawane są już zbiorniki optymalizowane (2), które stanowią zestawy butli nakładających się na siebie częścią ścienną. Zbiorniki na CNG umieszcza się w różnych miejscach pojazdów; na dachach i pod podwoziem (nawet w samochodach osobowych). Montaż w przestrzeni bagażowej pojazdu jest już rzadkością. Obecnie przestrzeń ładunkowa pozostaje do dyspozycji użytkownika, a w pojazdach specjalnych zbiorniki na CNG umieszcza się w miejscach najmniej utrudniających funkcjonowanie tych pojazdów. Zbiorniki gazu wyposażane początkowo były tylko w zawory które umożliwiały ręczne odcięcie gazu. Obecnie montowane zbiorniki są wyposażane w zawory i czujniki spełniające wiele funkcji. Mogą informować kierowcę o nadmiernym wzroście ciśnienia w zbiorniku, dokonać samoczynnie redukcji tego ciśnienia, odciąć zdalnie pobór gazu ze zbiornika i przede wszystkim zabezpieczyć zbiornik przed rozerwaniem i niekontrolowanym upustem gazu.

(1)



(2)



Rys. 1. Zbiornik CNG; (1) stalowy, (2) optymalizowany.
Fig. 1. CNG tank; (1) steel, (2) optimised

3. 2. Urządzenie tworzące mieszankę paliwowo powietrzną.

W starych układach paliwowych tworzenie mieszanki paliwowo - powietrznej odbywało się w gaźniku gazowym – mieszalniku, mikserze. Samochody dostępne na rynku wyposażane są już w układy wtrysku pośredniego i bezpośredniego gazu, który odbywa się za pomocą wtryskiwaczy gazowych. Montowane są już seryjnie układy sekwencyjnego wtrysku gazu. Sekwencyjny wtrysk CNG do cylindra zapewnia odpowiednią dawkę i równomierne rozpylenie mieszaniny, zwiększając tym samym dynamikę silnika i minimalizując poziom emisji składników toksycznych w spalinach. Systemy podawania CNG do komory spalania w silnikach są analogiczne do systemów benzynowych. Zastosowanie wtrysku w silnikach z zapłonem iskrowym i elektronicznym sterowaniem spowodowało gwałtowny rozwój silników zasilanych CNG.

3. 3. Reduktor

Ciśnienie CNG w zbiorniku wynosi około 20MPa, reduktor ma za zadanie obniżyć to ciśnienie do wartości ciśnienia zasilania silnika. W pierwszych reduktorach obniżenie ciśnienia gazu odbywało się za pomocą trzech stopni redukcji. Obecnie jest już wiele reduktorów dwustopniowych, a ich gabaryty uległy znacznemu zmniejszeniu.

3. 4. Sterowniki i inne urządzenia instalacji gazowej

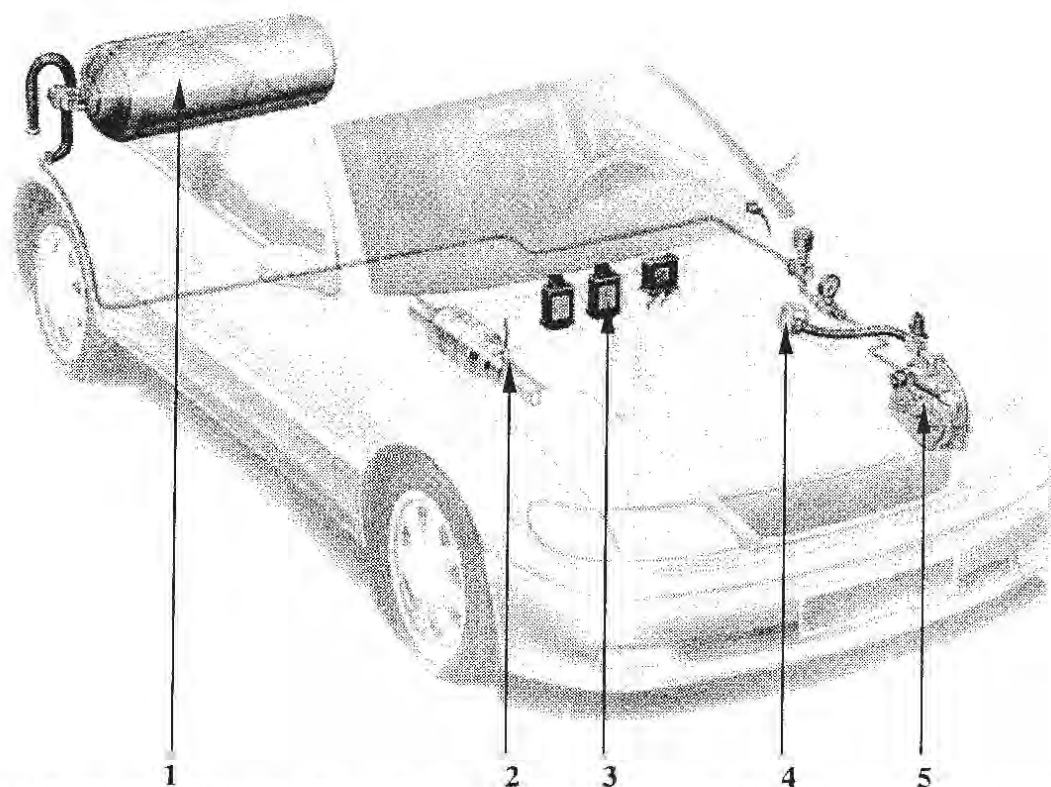
Obecnie instalowane układy gazowe bardzo precyzyjnie podają i dawkują paliwo. Wyposażane są w urządzenia sterowane elektronicznie, a sygnały do tych urządzeń podawane są z czujników: ciśnienia, temperatury, obrotów i sondy lambda. Przetwarzają te dane i na ich podstawie ustalają kąt wyprzedzenia zapłonu, oraz optymalizują proporcje mieszanki gazu z powietrzem.

W instalacjach gazowych występują takie urządzenia jak: czujniki ciśnienia i temperatury, szyna wtryskiwaczy (podaje paliwo do wtryskiwaczy), przełącznik gaz/benzyna, wskaźnik ilości gazu w zbiorniku, wariator (zmienia kąt wyprzedzenia zapłonu), emulator (odcina i emuluje pracę wtryskiwaczy), centralka (steruje ilością gazu na podstawie odczytu parametrów pracy silnika), filtr gazu, silniczek krokowy (dozuje ilość gazu), i wiele innych. Rodzaj montowanych urządzeń zależy przede wszystkim od rodzaju układu zasilania silnika.

Rodzaje układów zasilania samochodów CNG

- Najczęściej występują układy dwupaliwowe. Silnik benzynowy zasilany jest alternatywnie gazem ziemnym. Do komory spalania podawane jest tylko jedno z paliw, CNG, lub benzyna.
- Samochody zasilane wyłącznie gazem ziemnym. W pojazdach jednopaliwowych zbędny jest montaż takich urządzeń jak wariator, emulator, czy przełącznik rodzaju paliwa. Wytwarzane są fabrycznie, lub powstają przez adaptację silników o zapłonie samoczynnym do zasilania CNG. Taka konwersja obejmuje obniżenie stopnia sprężania, zmianę faz rozrządu i wydajności cieplnej układu chłodzenia, oraz zbudowanie układu zapłonowego wyposażonego w świece zapłonowe.
- Zasilane jednocześnie mieszanką gazu i oleju napędowego silniki wysokoprężne samochodów, w których olej stanowi dawkę inicjującą zapłon.

4. Instalacja CNG samochodu poddanego konwersji



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia elementów instalacji CNG w samochodzie osobowym: 1) zbiornik CNG, (2) sonda lambda, (3) wariator, emulator, centralka, (4) mieszalnik, (5) reduktor ciśnienia gazu.

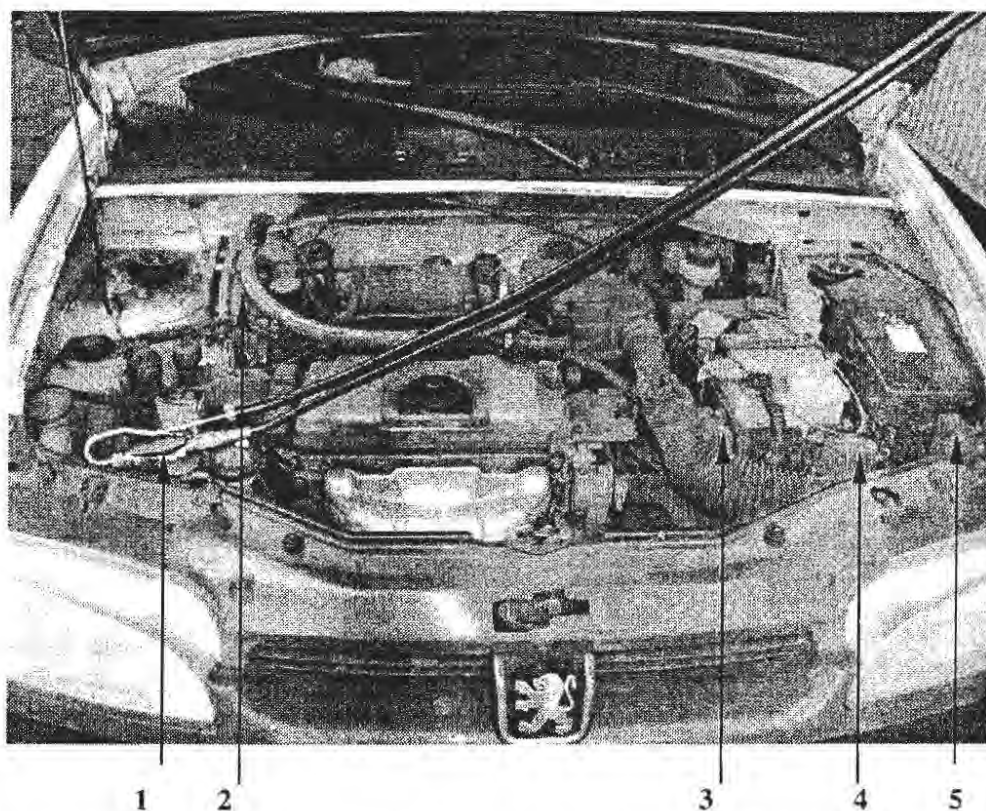
Fig. 2. Scheme of layout CNG elements system in car: (1) CNG tank, (2) oxygen sensor, (3) variable-speed transmission unit, emulator, control room, (4) mixer, (5) gas pressure reducer

Samochody benzynowe, które wyposaża się w instalację CNG mają możliwość zasilania silnika przemiennie benzyną, lub gazem ziemnym. Brak fabrycznie przygotowanego miejsca pod podwoziem powoduje umieszczenie zbiornika gazu (1) najczęściej w bagażniku. Przyłącze do napełniania instalacji gazem znajduje się w komorze silnika. Kierowca dokonuje wyboru rodzaju paliwa jakie ma być dostarczane do komory spalania. Uruchomienie silnika dokonywane jest na benzynie, gdy temperatura cieczy chłodzącej osiągnie temperaturę odpowiednią do właściwej pracy reduktora (5) system automatycznie przełączy się na CNG. Zabezpiecza to przed wystąpieniem zjawiska oblodzenia elementów reduktora, które mogło być spowodowane przez rozprężający się gaz w kilkustopniowym reduktorze z ciśnienia 20MPa poniżej 1MPa. Mieszanka paliwowo powietrzna powstaje w mieszalniku (4), który zamontowany jest na wlocie powietrza do silnika. Gaz ze zbiornika jest podawany tylko wtedy gdy przełącznik gaz/benzyna jest ustawiony w pozycji gaz, a silnik pracuje. Mieszanina paliwowa utrzymywana jest w stosunku stechiometrycznym za pomocą komputera pokładowego, który zbiera informacje z sondy lambda (2), położenia przepustnicy i wału korbowego.

System gazowy pojazdu dzieli się na:

- wysokociśnieniowy (ciśnienie do 20MPa),
- niskociśnieniowy (ciśnienie do 1MPa)

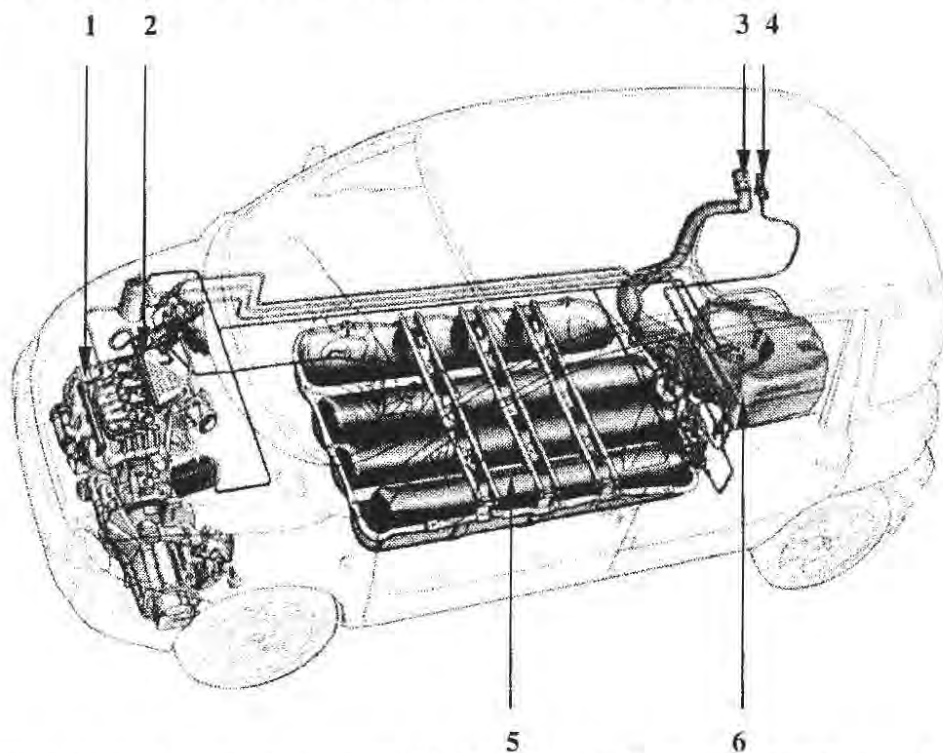
System wysokiego ciśnienia stanowią wszystkie elementy od przyłącza tankowania do reduktora ciśnienia włącznie.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów instalacji CNG w komorze silnika samochodu Peugeot Partner: (1) przyłącze do tankowania, (2) reduktor, (3) wariator, (4) emulator, (5) centralka.

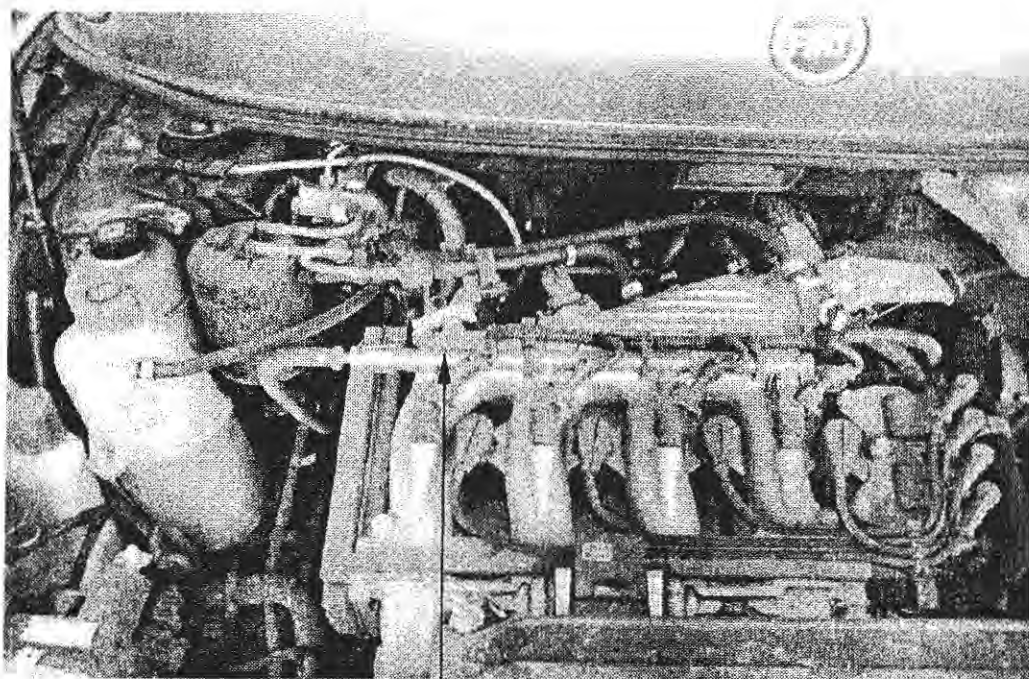
Fig. 3. Layout system CNG elements in engine chamber car Peugeot Partner: (1) terminal fuelling, (2) reducer, (3) variable-speed transmission unit, (4) emulator, (5) control room

5. UKŁADY ZASILANIA CNG MONTOWANE FABRYCZNIE



Rys. 4. Schemat instalacji zasilania w samochodzie Fiat Multipla Bipower; (1) wtryskiwacze benzynowe, (2) wtryskiwacze gazowe, (3) wlew benzyny, (4) przyłącze tankowania CNG, (5) zbiornik gazu, (6) zbiornik benzyny.

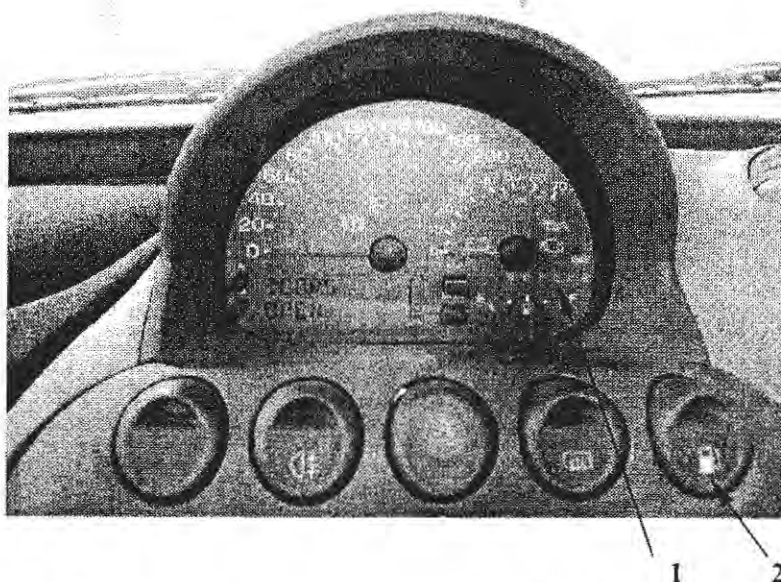
Fig. 4. Scheme of feeding system in Fiat Multipla Bipower car: (1) fuel injectors, (2) gas injectors, (3) fuel inlet, (4) terminal refuelling, (5) gas tank, (6) fuel tank



Rys. 5. Komora silnika samochodu Fiat Multipla Bipower: (1) listwa wtryskowa CNG
 Fig. 5. Car engine chamber Fiat Multipla Bipower: (1) slot injection CNG

Powyższe rozwiązanie jest stosowane fabrycznie w dwupaliwowych układach przez wielu producentów różnych marek samochodów osobowych.

Zbiorniki gazu umieszczone są pod podwoziem pojazdu. Zamontowane są oddzielnie wtryskiwacze benzynowe i gazowe. Żaden z elementów silnika nie uległ zmianie, a układ sterowania silnikiem podczas pracy na CNG odbywa się na podstawie sygnałów zbieranych z tych samych czujników, które są wykorzystane w systemie sterowania wtryskiem benzyny przez tą samą centralkę.



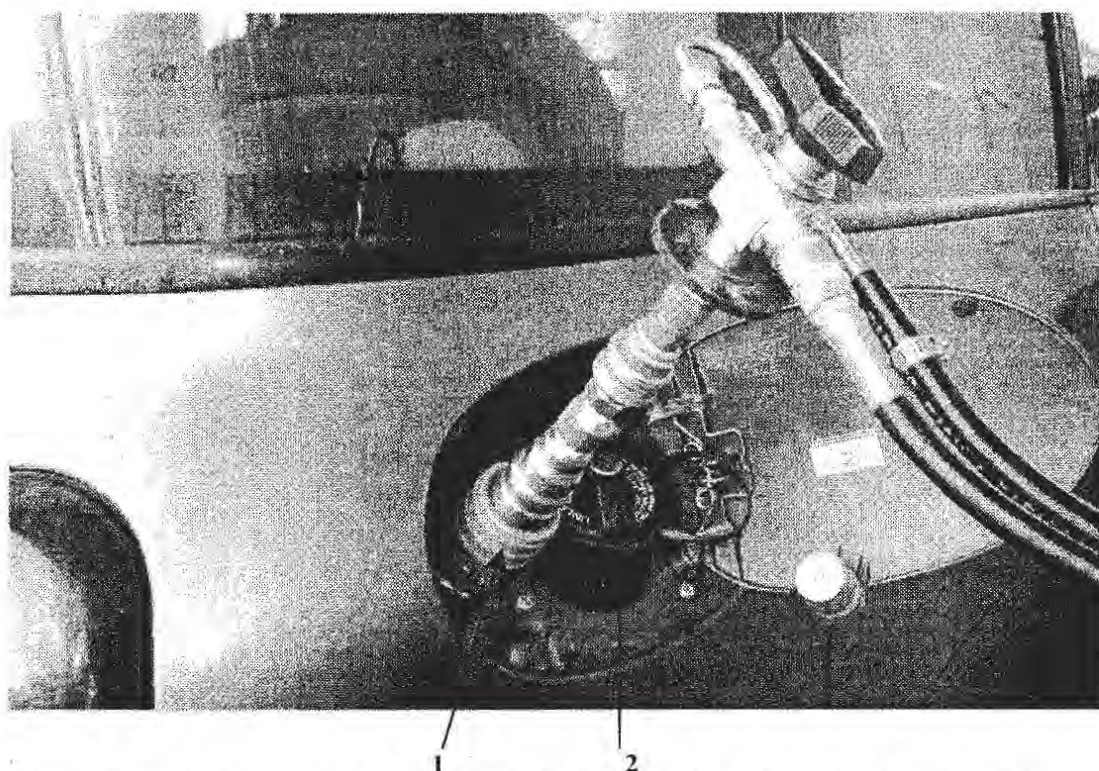
Rys. 6. Tablica zegarów Fiat Multipla. Elementy instalacji CNG w kabinie kierowcy:
 (1) diodowy wskaźnik ilości CNG, (2) przycisk gaz/benzyna
 Fig. 6. Time-pieces table Fiat Multipla. Elements system of CNG in driver cab
 (1) diode index CNG quantity, (2) fuel/gas button

Rola kierującego pojazdem sprowadza się do wyboru rodzaju paliwa. Włączenie przycisku (2) gaz/benzyna zaraz po uruchomieniu silnika powoduje, że silnik przejdzie na zasilanie CNG automatycznie po osiągnięciu odpowiedniej temperatury cieczy chłodzącej w sposób płynny, nieodczuwalny dla kierowcy i pasażerów. Wskaźnik diodowy (1) informuje kierowcę o stanie napełnienia zbiornika gazu. Po wyczerpaniu gazu ziemnego, układ automatycznie przywróci zasilanie silnika benzyną.

Tankowanie takiego samochodu CNG jest czynnością tak samo prostą jak napełnianie jego baku benzyną. W wielu krajach odbywa się już na tych samych stacjach tankowania za pośrednictwem wspólnego liczydła zespolonego dystrybutora.



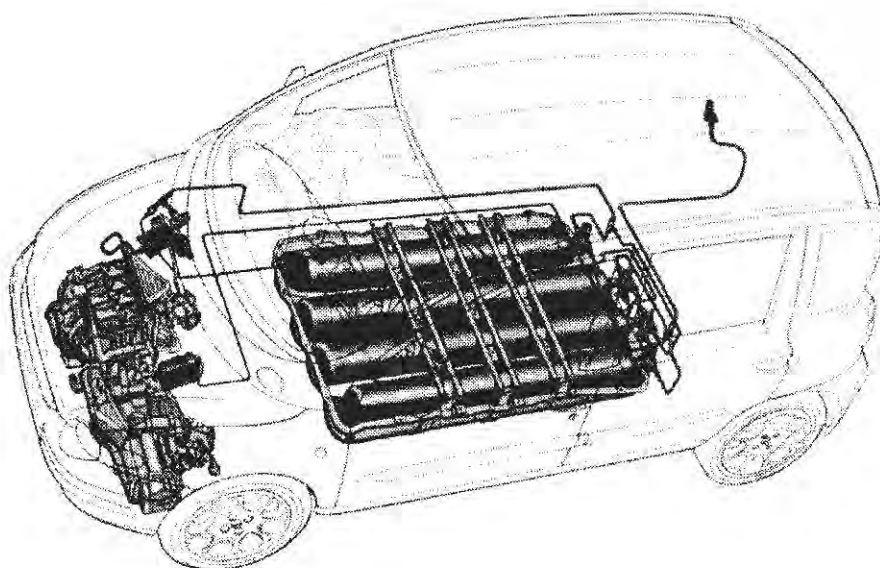
Rys. 7. Dystrybutor paliw płynnych zintegrowany z dystrybutorem CNG
Fig. 7. Liquid fuel distributor integrated with CNG distributor



Rys. 8. Tankowanie samochodu Fiat Multipla CNG: (1) przyłącze CNG, (2) wlew paliwa płynnego
Fig. 8. Car fuelling Fiat Multipla CNG: (1) CNG terminal, (2) liquid fuel gate

Wiele pojazdów produkowanych jest również fabrycznie w wersji jednopaliwowej na CNG. Podobne rozwiązania stosowane są w modelach; Forda, Volvo, Hondy, Oplu i wielu

innych. Zbiorniki montowane są pod podwoziami samochodów w specjalnie profilowanych wnękach wzdłuż podwozia jak w prezentowanym przykładzie, lub poprzecznie. Istnieją rozwiązania, w których wskaźnik ilości paliwa płynnego po przetłoczeniu przycisku gaz/benzyna wskazuje ilość CNG zgromadzonego w zbiorniku gazu.



Rys. 9. Fiat Multipla Blupower. Silnik zasilany jest wyłącznie CNG
Fig. 9. Fiat Multipla Blupower. Engine is supplied only by CNG

Spalanie gazu ziemnego w układach jednopaliwowych przebiega podobnie jak w silnikach z zapłonem iskrowym. W układzie dolotowym umieszcza się mieszalnik, mikser, wtryskiwacz, lub zespół wtryskiwaczy. Stopień sprężania wynosi od 9 do 14. Silnik można zasilać mieszanką stechiometryczną lub ubogą.

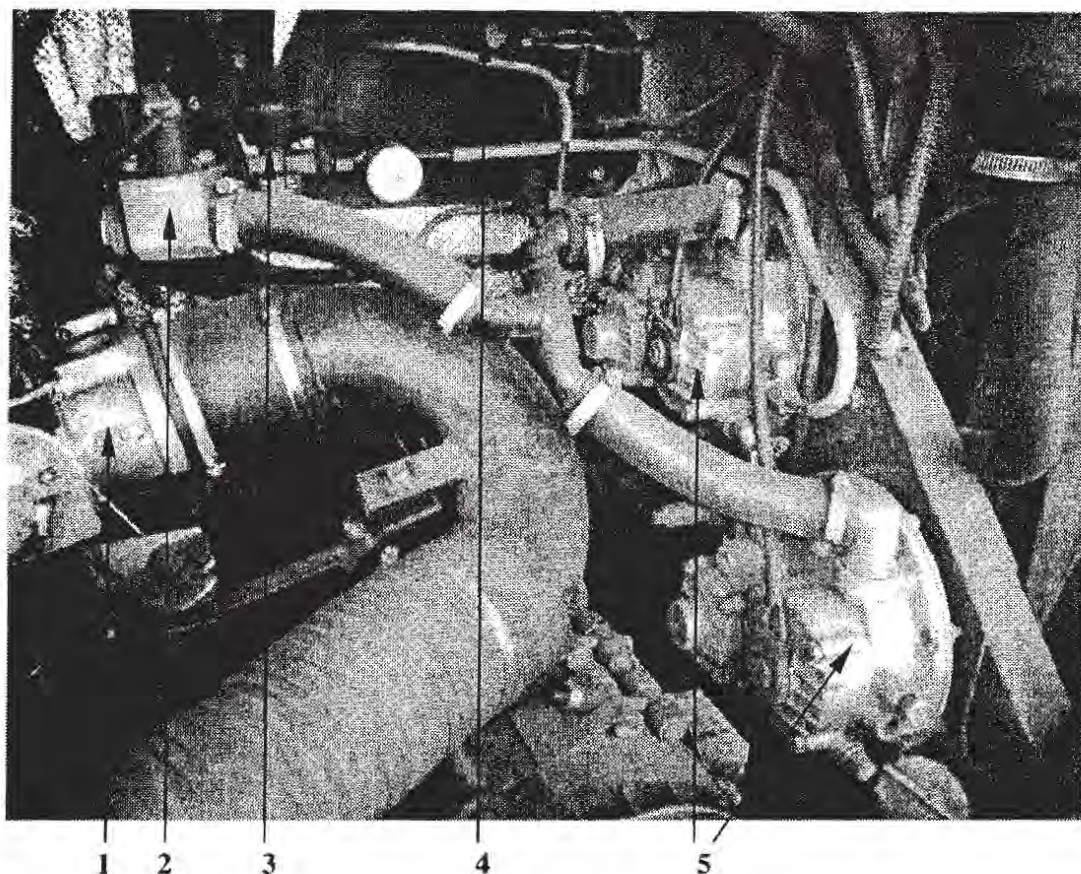
Samochody zasilane CNG produkowane są również z myślą o kierowcach lubiących ostrą i dynamiczną jazdę. Doświadczenia i produkty różnych firm doprowadziły do stworzenia przez szwajcarską firmę takiego samochodu pod nazwą Rinspeed Bedouin. Jest to samochód osiągający pierwsze 100km/h w czasie 5,9 sekundy. Maksymalna prędkość tego pojazdu wynosi 250km/h. Nie można jej przekroczyć, gdyż jest ograniczona elektronicznie!

6. Autobusy zasilane CNG

Wiele pojazdów ciężarowych oraz autobusów jest zasilanych gazem ziemnym. Ze względu na znaczną wagę zbiorników stalowych, wiązki butli we wcześniejszych autobusach były montowane w kratownicy pod podłogą pojazdów. Komfort pasażerów zwiększono obniżając podłogę. To spowodowało, że umieszczenie zbiorników gazu w tym miejscu stało się niemożliwe. Montaż zbiorników na dachu pojazdów umożliwiła produkcja kompozytowych butli wysokociśnieniowych. Takie zestawy butli umieszczone na dachu dodatkowo zwiększają bezpieczeństwo, gdyż gaz ziemny będąc lżejszym od powietrza w przypadku jakiegokolwiek nieszczelności migruje bezpośrednio w górę do atmosfery. Dodatkowo bateria takiego zestawu zbiorników jest osłonięta charakterystyczną osłoną mającą chronić zbiorniki wraz z osprzętem przed wpływem warunków atmosferycznych jak deszcz, czy śnieg.

6. 1. Krajowe autobusy

Pierwszym autobusem produkcji krajowej tankowanym na stacji tankowania gazem w Warszawie był Jelcz 120M/1. Zbiornik sprężonego gazu ziemnego stanowiło osiem równoległe połączonych stalowych butli o pojemności wodnej $67,5\text{dm}^3$ każda. Butle wyprodukował krajowy producent Milmet z Sosnowca, umieszczono je pod podłogą pojazdu. Zgromadzone ilości gazu pod ciśnieniem 20MPa w ośmiu butlach okazały się niewystarczające na pokonywanie dziennych przebiegów tego autobusu. Dlatego kolejne egzemplarze były wyposażone już w dziesięć takich zbiorników.



Rys. 10. Komora silnika autobusu Jelcz 120M/1: (1) mieszalnik, (2) silniczek krokowy, (3) elektrozawór biegu jałowego, (4) elektrozawór z czujnikiem ciśnienia, (5) reduktory ciśnienia gazu.

Fig. 10. Engine bus chamber Jelcz 120M/1: (1) mixer, (2) stepper motor, (3) idle run electric valve, (4) electric valve with pressure sensor

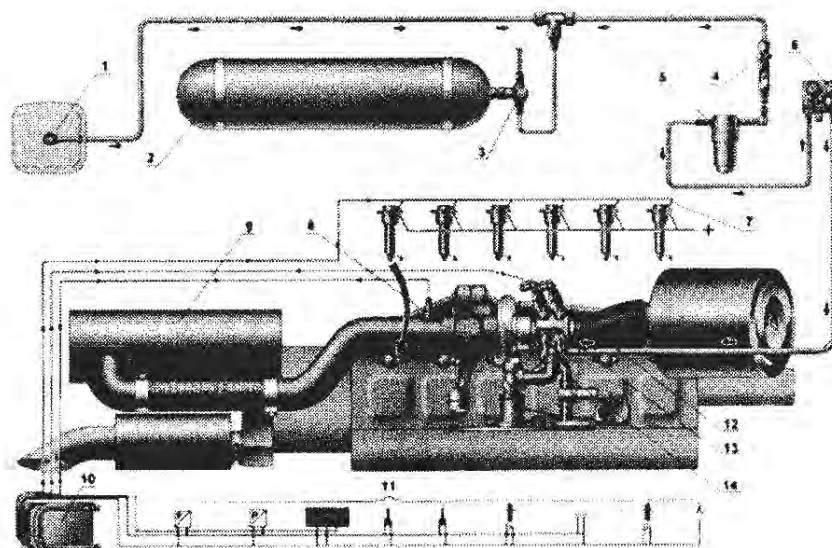
Zastosowany został silnik 6-cylindrowy, poziomy, doładowany, WS MIELEC MD 111M6 o mocy $152\text{kW}/207\text{KM}$ przy $2000\text{obr}/\text{min}$. Pojemność skokowa $11,1\text{dm}^3$. CNG z butli przedostaje się przez elektrozawór (4) do pary trzystopniowych reduktorów (5) pracujących równoległe. Włączenie układu zapłonowego powoduje otwarcie elektrozaworu, dzięki czemu gaz dostaje się do reduktorów. Nieuruchomienie silnika w czasie dłuższym niż pół sekundy, lub jego zatrzymanie powoduje samoczynne zamknięcie tego zaworu blokując dostęp CNG do reduktorów. Gaz jest dostarczany do reduktorów tylko w czasie pracy rozrusznika, lub silnika. Skład mieszanki regulowany jest przez zawór regulacyjny z silnikiem krokowym (2) przez elektroniczny system sterowania silnikiem gazowym GASTRONIC. Układ ustala kąt wyprzedzenia zapłonu, oraz optymalny skład mieszanki paliwowo-powietrznej tworzonej w mieszalniku (1) na podstawie odczytu sygnałów z czujników: położenia przepustnicy, temperatury cieczy chłodzącej silnik, podciśnienia

panującego w kolektorze dolotowym silnika, oraz tlenu umieszczonego w układzie wylotowym silnika (przed katalizatorem). Układ stabilizuje również pracę silnika na biegu jałowym, gaz podawany jest wtedy przez elektrozawór (3) i reduktor biegu jałowego.

Kolejny model autobusu Jelcz M125M/4 CNG VECTO, który był tankowany w Warszawie został wyposażony już w zbiorniki kompozytowe. Jest to autobus niskopodłogowy wyposażony w silnik MAN E 2866 DUH03, rzędowy, 6-cylindrowy, z zapłonem iskrowym, o mocy 185kW przy 2200obr/min. Pojemność 11,97dm³.

Autobus VOLVO 7000CNG

Autobus ten jest montowany we Wrocławiu. Wyposażony jest w silnik Volvo GH10C250, leżący, ułożony z tyłu, 6-cylindrowy, 4-suwowy, gazowy z turbodoładowaniem i chłodzeniem powietrza doładowanego, z bezpośrednim, elektronicznie sterowanym wtryskiem paliwa, spełnia wymagania normy EURO 4.



Rys. 11. Volvo 7000CNG, schemat instalacji gazowej

(1) przylącze do tankowania z zaworem, (2) kompozytowy zbiornik CNG z rdzeniem aluminiowym, (3) wielofunkcyjny zawór zbiornika (pojedynczej butli), (4) zawór zwrotny, (5) filtr dokładnego oczyszczenia, (6) reduktor ciśnienia, (7) zespół cewek zapłonowych, (8) sonda lambda, (9) katalizator, (10) sterownik, (11) sygnały wejściowe do sterownika (czujników ciśnienia, temperatury, prędkości obrotowej itp.) konieczne do sterowania pracą wtryskiwaczy i układu zapłonowego, (12) wtryskiwacze (zawory wtryskowe wdmuchujące gaz), (13) gardziel wlotowa, (14) turbosprężarka

Fig. 11. Volvo 7000 CNG, gas system scheme

(1) fuelling terminal with valve, (2) CNG composite tank with aluminium core, (3) multifunctional tank valve (single bottle), (4) reflexive valve, (5) precise cleaning filter, (6) pressure reducer, (7) set ignition coil, (8) oxygen sensor, (9) catalyst, (10) controller, (11) input signals to controller (sensor pressure, temperature, rotational speed etc.) necessary for steering work injectors and ignition system, (12) injectors (tank valves injected gas), (13) inlet throat, (14) turbo compressor

Gaz zmagazynowany jest w tym autobusie w 8 kompozytowych zbiornikach (2) o pojemności wodnej 125 litrów każdy, zamontowanych na dachu pojazdu. Każdy zbiornik posiada elektromagnetyczny, wielofunkcyjny zawór (3) ograniczający ilość podawanego gazu, pełniący rolę temperaturowego zaworu bezpieczeństwa z możliwością ręcznego odcięcia wydostawania się gazu z butli.

Sterowanie systemem wysokiego ciśnienia odbywa się za pomocą elektronicznego systemu Multiplex. Redukcja ciśnienia gazu wynoszącego 20MPa ze zbiorników (2), następuje w dwustopniowym reduktorze ciśnienia (6), wyposażonym w czujnik ciśnienia i temperatury, automatyczny zawór elektromagnetyczny, zawór bezpieczeństwa i dwa zawory redukujące ciśnienie gazu do około 1Mpa.

7. Podsumowanie

Technologia i technika zastosowania gazu ziemnego jako paliwa silnikowego jest opanowana w całości. Użytkowanie CNG do napędu środków transportu powoduje oszczędności eksploatacyjne dla użytkowników takich pojazdów. Stosowanie na szeroką skalę pojazdów NGV powoduje zmniejszenie emisji substancji szkodliwych do środowiska naturalnego w porównaniu do paliw płynnych. Praca silnika zasilanego gazem ziemnym jest cichsza o kilka decybeli od silników na paliwa płynne. Silniki na CNG w porównaniu z silnikami wysokoprężnymi osiągają dłuższą żywotność. Dalszy rozwój popularyzacji tej technologii jest inwestycją w środowisko, w którym żyjemy. Zapewnia dywersyfikację paliw silnikowych, tym samym wydłużając okres wydobycia kurczących się światowych zasobów ropy naftowej.

Pojęcia:

CNG – Compressed Natural Gas (sprężony gaz ziemny)

NGV – Natural Gas Vehicles (pojazdy napędzane gazem ziemnym)

Nm³ – normalny metr sześcienny (jednostka rozliczeniowa, oznaczająca ilość suchego gazu zawartą w objętości 1 m³ przy ciśnieniu 101,325kPa i temperaturze 0⁰C)

W opracowaniu wykorzystano:

- Materiały własne MSG Sp. Z O.O.
- Materiały konferencyjne "Perspektywy rozwoju rynku gazu sprężonego dla pojazdów" Warszawa, 14 Stycznia 2004r,
- Prezentacja Ruhrgas "Gaz ziemny w ruchu drogowym, Niemiecka droga",
- Dane uzyskane z Zakładów Samochodowych Jelcz Spółka Akcyjna,
- Instrukcja obsługi autobusu miejskiego Jelcz 120M/1 przystosowanego do zasilania gazem ziemnym CNG, NGV AUTOGAS,
- Prospekty reklamowe autobusów Jelcz 120M/1 i Jelcz M125M/4 CNG VECTO,
- Dane techniczne Mielec Diesel Gas silnika MD 111M6,
- Materiały z VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej Silniki Gazowe 2003 konstrukcja, badania, eksploatacja, paliwa odnawialne,
- Materiały z IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej Pojazd a środowisko 2003r.
- Materiały z seminarium "Wykorzystanie gazu ziemnego do zasilania silników spalinowych",
- Informacje zamieszczone na łamach czasopisma naukowo-edukacyjnego Sozologia,
- Katalog firmy EMER,
- Materiały miesięcznika Autobusy,
- Artykuł z AUTOMOTO 2/2004 o Rinspeed Bedouin,
- Schemat instalacji gazowej firmy Landi Renzo Polska,
- Informacje prasowe z pisma o autogazie Jazda za Grosze,
- Katalog Fiat Multipla,
- Prospekt reklamowy Volvo 7000CNG.