

Stacje tankowania CNG autobusów komunikacji miejskiej

JANUSZ JAKÓBIEC¹, GRZEGORZ BUDZIK²

¹Institut Technologii Nafty w Krakowie, ²Politechnika Rzeszowska

Artykuł przedstawia analizę wybranych rodzajów stacji tankowania sprężonym gazem ziemnym autobusów komunikacji miejskiej. Opisane zostały dwa zasadnicze typy stacji tankowania: stacja przy odwiercie gazu i stacja przy magistrali gazowej. Przedstawione stacje posiadają różne typy kompresorów do sprężania gazu. Stacja przy odwiercie znajduje się na terenie MZK Przemysł i wyposażona jest w hydrauliczną sprężarkę gazu. Stacja podłączona do magistrali gazowej znajduje się w MPK Rzeszów i posiada dwa kontenerowe zestawy kompresorów. Obie stacje służą do szybkiego tankowania pojazdów zasilanych CNG.

1. Wstęp

Eksploatacja autobusów zasilanych CNG wymaga odpowiedniej infrastruktury technicznej, w tym stacji tankowania. Sieć stacji tankowania w Polsce jest niewielka i znajdują się one przeważnie na terenach PGNiG lub na terenach zajezdni przedsiębiorstw komunikacji miejskiej. Stacja tankowania powinna być dostosowana do potrzeb teraźniejszych i przyszłych przedsiębiorstwa komunikacyjnego. Zwiększenie liczby pojazdów zasilanych CNG powinno skłaniać inwestorów do budowy stacji dostępnych również dla indywidualnych odbiorców [1÷3].

W zależności od położenia stacji możemy wyróżnić stacje przy magistrali gazowej oraz stacje przy odwiercie. Stacje tankowania autobusów możemy podzielić również na stacje szybkiego tankowania i stacje wolnego tankowania. Stacje wolnego tankowania są zlokalizowane na terenie zajezdni autobusowej. Stanowiska wolnego tankowania zapewniają napełnienie zbiorników zaparkowanego autobusu w ciągu kilku godzin (w czasie np. nocnego postoju). Na stacji szybkiego tankowania zbiorniki autobusu można zatankować średnio w czasie kilkunastu minut.

Przed przystąpieniem do budowy stacji tankowania należy określić sposób jej oddziaływania na środowisko [4, 5]. Raport oddziaływania na środowisko musi zawierać informacje w zakresie:

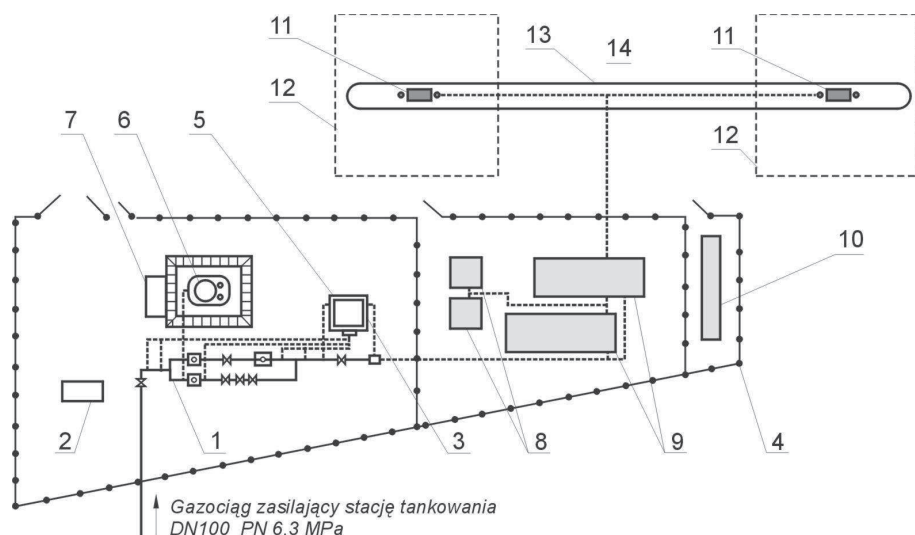
- lokalizacji inwestycji, rodzaju i rozmieszczenia urządzeń do sprężania, magazynowania, dystrybucji gazu i jego nawaniania,
- przewidywanych ilości zanieczyszczeń emitowanych podczas eksploatacji i sposobu zabezpieczenia przed skażeniem oraz poziomowi emisji hałasu sprężarek i tankowanych pojazdów,

- zagospodarowania terenu wokół stacji tankowania i układu komunikacyjnego,
- planowane wielkości produkowanych ścieków i odpadów, interakcji z otoczeniem przyrodniczym, sposobów zmniejszenia negatywnych oddziaływań na środowisko,
- możliwości wystąpienia i sposobów zabezpieczeń przed katastrofami przemysłowymi.

Inwestycja tego rodzaju musi posiadać stały monitoring w fazie jej budowy i eksploatacji [6, 7].

2. Stacja tankowania CNG w MPK Rzeszów

Stacja tankowania sprężonym gazem ziemnym znajduje się w obrębie zajezdni MPK przy ulicy Lubelskiej w Rzeszowie [8, 9]. Stację podłączono do magistrali nienawionionego wysokometanowego gazu ziemnego. Przeznaczona jest ona głównie do tankowania gazu ziemnego jako paliwa do napędu autobusów komunikacji miejskiej w Rzeszowie. Mogą z niej również korzystać indywidualni nabywcy [10]. Stacja wyposażona jest w urządzenia do przetwarzania i uzdatniania gazu firmy CompAir (rys. 1).



Rys. 1. Schemat urządzeń stacji tankowania CNG w MPK Rzeszów: 1-pomiarownia gazu, 2-urządzenia AKPiA, 3-punkt zrzutu gazu, 4-ogrodzenie, 5-instalacja nawaniania gazu, 6-zbiornik magazynowy wody oddzielonej z gazu, 7-nalewnik wody oddzielonej od gazu, 8-kaskadowy magazyn sprężonego gazu, 9-sprężarki w obudowie, 10-konsola sterownicza, 11-dystrybutor, 12-zadaszenia, 13-wysepka pod dystrybutory, 14-plac manewrowy.

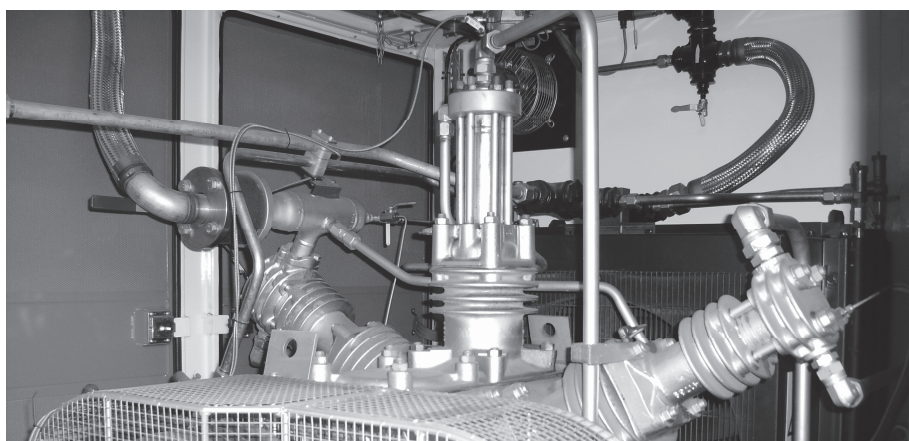
Fig. 1. Schema of installation of CNG refueling station in MPK Rzeszów: 1-testing and regulation department, 2-AKPiA installation, 3-point of gas drop, 4-fencing, 5-gas odorizing installation, 6-water tank, 7-infuser of water separate from gas, 8-cascade storage, 9-modular packages, 10-control desk, 11-CNG dispenser, 12-island station roof, 13-street refuge, 14-manoeuving yard.

Gaz ziemny z gazociągu zasilającego stację tankowania kierowany jest w pierwszej kolejności do układu pomiarowo – rozliczeniowego (rys. 2). Pomiar gazu przeprowadza się za pomocą gazomierza DN 50 PN 6,3 MPa. W celu wyeliminowania negatywnego wpływu pulsacji ciśnienia pochodzącego od sprężarek zaprojektowano na wyjściu z pompowni zawór zwrotny i dodatkowo przed sprężarkami zamontowano rolę DN 300 długości około 8,5 m, która spełnia zadanie zbiornika antypulsacyjnego.



Rys. 2. Instalacja gazowa w MPK Rzeszów.
Fig. 2. Gas installation in MPK Rzeszów.

Gaz następnie kierowany jest do sprężarek znajdujących się w kontenerach (rys. 3). Sprężony gaz magazynowany jest w dwóch trójsegmentowych magazynach, podzielonych na trzy zestawy butli: nisko, średnio i wysokociśnieniowe.



Rys. 3. Trzycylindrowy kompresor gazu.
Fig. 3. Three-cylinder compressor of gas.

Stacja wyposażona jest w dwa kontenerowe zestawy sprężarkowe o wydajności 300 i 600 m³/h. Ciśnienie gazu w sieci waha się w granicach 1,4÷4,2 MPa. Przed wejściem do sprężarek zainstalowany jest reduktor zapewniający stałe ciśnienie na wejściu. Urządzenia wchodzące w skład pierwszego kontenera oraz dystrybutor posiadają parametry techniczne przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka techniczna urządzeń stacji tankowania.

Table 1. Technical characteristic of refueling station equipment.

Urządzenie/dane charakterystyczne	Wartość
<i>Sprężarka tłokowa typ H5450</i>	
Moc silnika elektrycznego	45 kW 400V/50 Hz
Ciśnienie zassania	1,4 MPa
Ciśnienie tłoczenia	25 MPa
Wydajność (przy 1,5 MPa)	300 m ³ /h
Ilość stopni sprężania	3
Ilość cylindrów	3
Maksymalna temperatura gazu	45°C
<i>Kaskadowy magazyn sprężonego gazu</i>	
Maksymalne ciśnienie tłoczenia	30 MPa
Ilość butli w module	30
Pojemność wodna jednej butli	80 l
Całkowita pojemność wodna modułu	2,4 m ³
Całkowita pojemność gazu przy ciśnieniu 30 MPa	893 m ³
<i>Dystrybutor szybkiego tankowania</i>	
Wydajność	1÷50 kg/min.
Maksymalne ciśnienie	35 MPa
Zakres temperatury otoczenia	-40°C ÷ +55°C
Zakres temperatury sprężonego gazu	-40°C ÷ +75°C

Stacja tankowania posiada dwa dystrybutory z dwoma przyłączami każdy. Jednocześnie możliwe jest tankowanie czterech autobusów, posiadających przyłącza tankowania z przodu i z tyłu (np. Jelcz M125M/4 CNG) (rys. 4).



Rys. 4. Widok ogólny stacji MPK oraz autobus Jelcz M125M/4 CNG podczas tankowania.

Fig. 4. Perspective view of CNG refueling station in MPK and Jelcz M125M/4 CNG during refueling.

Tankowanie pojazdów samochodowych odbywa się za pomocą dystrybutora. Napełnianie butli zamontowanych w pojeździe rozpoczyna się zawsze od sekcji magazynu niskiego ciśnienia. Następnie napełnianie realizowane jest z sekcji średniego i wysokiego ciśnienia aż do osiągnięcia ciśnienia w zbiorniku pojazdu o wartości 20 MPa [11].

Obiekty stacji tankowania stanowią strefę zagrożenia wybuchem, czyli obszar, w którym występuje lub może wystąpić mieszanina wybuchowa. Przy określaniu strefy zagrożenia wybuchem zostały wzięte pod uwagę następujące czynniki:

- rodzaj wyposażenia technologicznego,
- rodzaj wypływu gazu ze źródła i typ rozproszenia jako naturalno-turbulentny (małe prędkości wypływu) lub strumieniowy (duża prędkość wypływu czynnika).

Pracownicy obsługujący stację tankowania muszą być odpowiednio przygotowani w zakresie obsługi urządzeń gazowych wysokociśnieniowych. Stacja tankowania pojazdów samochodowych gazem musi posiadać również odpowiednie urządzenia przeciwpożarowe i gaśnice spełniające wymagania polskich norm będących odpowiednikami norm europejskich.

Informacje dotyczące instalacji gazowej, czynności tankowania i zabezpieczeń przeciwpożarowych są szczegółowo opisane w „Instrukcji stanowiskowej tankowania pojazdów na stacji sprężonego gazu ziemnego”.

3. Stacja tankowania CNG w MZK Przemyśl

Stacja tankowania gazem ziemnym w MZK Przemyśl jest przykładem stacji zlokalizowanej w pobliżu odwiertu gazu ziemnego. Stacja (rys. 5) została oddana do użytku w 1998 roku. Odwiert znajduje się w odległości 500 metrów od stacji. Ciśnienie gazu w odwiercie wynosi około 5 MPa. W obrębie stacji znajdują się urządzenia do pomiaru i przetwarzania pobieranego z odwiertu gazu ziemnego [12, 13].



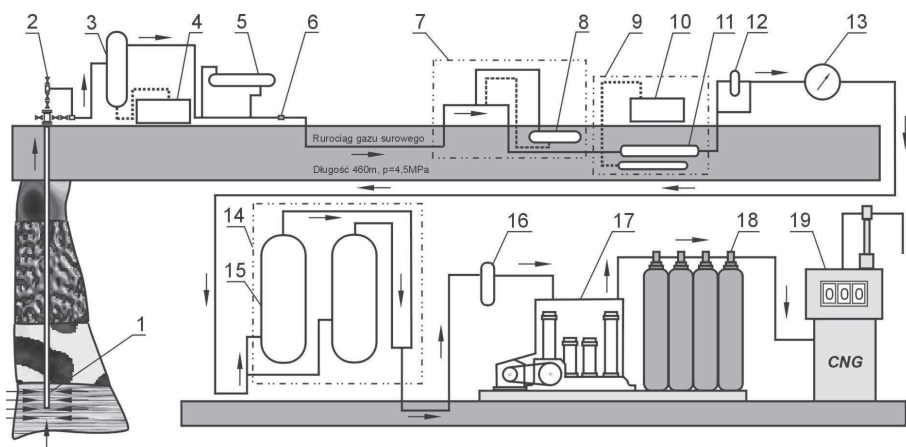
Rys. 5. Widok stacji tankowania sprężonego gazu w MZK Przemyśl.

Fig. 5. Perspective view of CNG refueling station in MZK Przemyśl.

MZK Przemysł są odpowiedzialne i ponoszą wszelkie koszty związane z obsługą, dozorem i utrzymaniem urządzeń wchodzących w skład stacji tankowania. Schemat urządzeń do obróbki gazu na drodze odwiert – dystrybutor przedstawia rysunek 6.

Stacja ta jest przeznaczona wyłącznie do użytku wewnętrznego. Powodem tego jest brak dystrybutora gazu wyposażonego w urządzenia do pomiaru ilości zatankowanego gazu. Ze względu na znikomy popyt odbiorców zewnętrznych CNG instalacja opomiarowanych dystrybutorów jest nieopłacalna.

Ujęcie gazu służy oprócz tankowania pojazdów do zasilania kotłowni gazowej typ GZ-50 wyposażonej w dwa kotły Viessman Paromat Triplex o mocy 345 kW każdy. Urządzenie grzewcze wyposażone jest w nowoczesny niewymagający obsługi system regulacji i zabezpieczeń.



Rys. 6. Schemat przeróbki gazu ziemnego od odwiertu do dystrybutora:

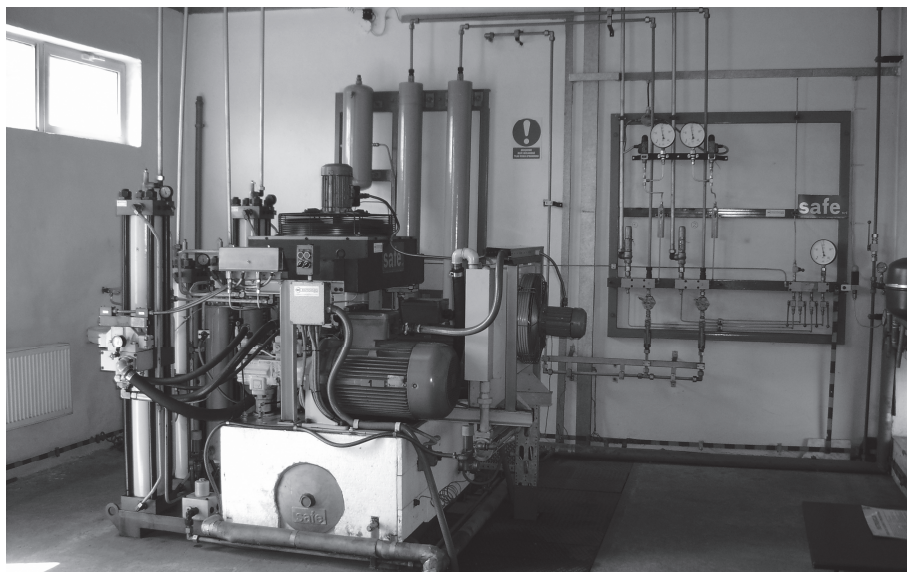
1-złoże gazu na głębokości zalegania 1400 m, 2-wyposażenie odwiertu, 3-oddzielnik wody złożowej, 4-zbiornik magazynowy wody złożowej, 5-dawkownik metanolu, 6-regulator wydobywania gazu z odwiertu, 7-zespół wstępnego zakraplania metanolu, 8-zbiornik metanolu, 9-zespół odwodnienia rurociągu, 10-zbiornik wody, 11-odwadniacz kieszeniowy, 12-filtr, 13-gazomierz turbinowy, 14-instalacja osuszania gazu, 15-zbiornik osuszania gazu, 16-zespół filtrów, 17-sprężarkownia gazu, 18-zestaw butli magazynowych, 19-dystrybutor gazu.

Fig. 6. Scheme of natural gas processing from gas well to dispenser:

1-gas deposit in 1400 m depth, 2-equipment of gas well, 3-separator of water, 4- water tank, 5-metering device of methanol, 6-regulator of production gas, 7-assembly of preliminary methanol dropper, 8-methanol tank, 9-assembly of pipeline dehydration, 10-water tank, 11-dehydrator, 12-filter, 13-turbine gas meter, 14-installation of drying, 15-dryer system, 16-assembly of filters, 17-compressor, 18-cascades storage, 19-CNG dispenser.

MZK Przemysł posiadają na swoim terenie następujące urządzenia wchodzące w skład stacji tankowania: gazomierz turbinowy, instalację osuszania gazu wraz ze zbiornikami osuszania, zespół filtrów, sprężarkownię gazu, zestaw butli magazynowych i dystrybutory gazu.

W budynku sprężarkowni znajduje się sprężarka hydrauliczna 2B/30-30 o ciśnieniu wyjściowym 20MPa i wydatku 600m³/h (rys. 7).



Rys. 7. Sprężarka hydrauliczna gazu typ 2B/30-30.
Fig. 7. Hydraulic compressor type 2B/30-30.

Obok sprężarkowni znajduje się magazyn sprężonego gazu składający się z dwóch zespołów butli po 25 sztuk (rys. 8).



Rys. 8. Magazyn sprężonego gazu ziemnego.
Fig 8. Cascades storage.

Stacja tankowania posiada dwa stanowiska tankowania. Każde stanowisko wyposażone jest w układ przyłączenia i zespół zaworów, i manometrów (rys. 9). Nie ma jednak możliwości bezpośredniego pomiaru ilości tankowanego gazu.



Rys. 9. Tablica sterownicza stanowiska do tankowania CNG w MZK Przemyśl.

Fig. 9. Control switchboard on CNG refueling station in MZK Przemyśl.

Na stacji mogą być tankowane równoległe dwa autobusy po jednym przy każdym dystrybutorze (rys. 10). Tankowanie autobusu trwa około 15 minut. W przypadku tankowania z użyciem sprężarki czas wydłuża się do około 25 minut.



Rys. 10. Stanowiska do tankowania CNG w MZK Przemyśl.

Fig. 10. CNG refueling station in MZK Przemyśl.

4. Wnioski

Zasadniczym problemem rozwoju rynku pojazdów zasilanych sprężonym gazem ziemnym jest dostępność do stacji tankowania. W chwili obecnej w Polsce znajduje się około 17 stacji tankowania sprężonym gazem ziemnym. Liczba ta jest przybliżona

ze względu na powoli zwiększającą się liczbę stacji. Niektóre stacje są niedostępne dla indywidualnych odbiorców.

Każda stacja musi być wyposażona w układ uzdatniania gazu do parametrów odpowiednich dla silników spalinowych. Gaz ziemny posiada różne parametry w różnych częściach świata. Dlatego producenci silników zasilanych gazem ziemnych dostosowują parametry ich pracy do parametrów gazu znajdującego się na danym obszarze wydobycia.

W przypadku budowy stacji blisko odwiertu o dużym ciśnieniu gazu stosuje się mniej rozbudowany układ sprężarek. Stacja może być również wybudowana w sąsiedztwie gazociągu. Ciśnienie w magistralach gazowych jest z reguły niższe niż w odwiercie, dlatego układ sprężający stacji musi posiadać kilka stopni pozwalających na uzyskanie ciśnienia gazu powyżej 20 MPa.

Bardzo istotne dla rozwoju rynku CNG jest zwiększenie liczby stacji tankowania gazem ziemnym, jednak jest to trudna i kosztowna inwestycja. Inwestorami najczęściej są spółki gazownicze lub przedsiębiorstwa komunikacyjne. Dlatego bardzo istotna jest analiza lokalizacji stacji oraz zapotrzebowania na gaz własnego taboru i indywidualnych odbiorców.

Literatura

- [1] BACZEWSKI K., KAŁDOŃSKI T.: *Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym*. WKŁ Warszawa 2004
- [2] BAŃKOWSKI K.: *Gazyfikacja. Gazociągi – stacje redukcyjne – instalacje i urządzenia gazowe*. WNT, Warszawa 1997.
- [3] BODZOŃ L., FROŃSKI A., GEBHARDT Z.: *Problemy użytkowania paliw gazowych*. Nafta – Gaz 1994.
- [4] CIESIELCZYK E.: *Problemy ochrony środowiska w obiektach gazowniczych użytkujących urządzenia spalające gaz ziemny*. Nafta – Gaz 1996, LII, 10.
- [5] DUDZIK W.: *Gaz ziemny jako paliwo ekologiczne. Gaz ziemny jako paliwo alternatywne i przyszłościowe do napędu autobusów miejskich*. Fundacja na Rzecz Rozwoju Regionu Łódzkiego, Łódź 2004.
- [6] FILIP M.: *Rok z gazem – wnioski na temat eksploatacji autobusów zasilanych CNG w MPK Rzeszów. Gaz ziemny jako paliwo alternatywne i przyszłościowe do napędu autobusów miejskich*. Fundacja na Rzecz Rozwoju Regionu Łódzkiego, Łódź 2004.
- [7] GARLICKI S., ŚLIŻEWSKA-ROGAŁA J.: *Aspekt prawny systemu ocen oddziaływania na środowisko w Polsce*. Poradnik przeprowadzania ocen oddziaływania na środowisko, EKO-KONSULT, Gdańsk 1998.
- [8] JASKÓLSKI J., BUDZIK G., SOBOLAK M.: *Some aspects of application of compressed natural gas (CNG) in powering MPK Rzeszow bus fleet*. International Congress of Combustion Engines, PTNSS Kongres 2005, Bielsko Biala - Szczyrk 2005.
- [9] JASKÓLSKI J., BUDZIK G., POMIANEK W., DOBROWOLSKA A.: *Ekologiczne i ekonomiczne aspekty zastosowania zasilania gazem CNG silników autobusów komunikacji miejskiej w MPK Rzeszów*. V Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Pojazd a Środowisko”, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2005.
- [10] KRÓL E., ORŁOWSKI J.: *Osuszanie gazu ziemnego przeznaczonego do napędu pojazdów spalinowych*, Materiały Konferencji „Gaz ziemny jako paliwo do napędu pojazdów – stan obecny i perspektywy rozwoju”, Jawor 1998. Zeszyty SITK nr 60, Kraków 1998.
- [11] LEGUTKO R.: *Doświadczenia w produkcji i eksploatacji autobusów napędzanych gazem ziemnym*. Materiały Konferencji „Gaz ziemny (CNG) jako paliwo alternatywne i przyszłościowe do napędu autobusów miejskich”, Łódź 2005.

- [12] MOLENDĄ J., STECZKO K.: *Ochrona środowiska w gazownictwie i wykorzystaniu gazu*. WNT Warszawa 2000.
- [13] RUDKOWSKI M., RUDKOWSKI J.: *Wykorzystanie gazu ziemnego w autobusach. Stacje tankowania*. Materiały z sympozjum „Zrównoważony rozwój miast – ekologiczne i ekonomiczne aspekty stosowania gazu ziemnego do napędu pojazdów samochodowych”, Inowrocław 2001.

CNG refueling stations for bus fleet

S u m m a r y

Paper presents analysis of CNG refueling stations for bus fleet. Two basic types of refueling stations are described: gas well station and gas main station. Presented refueling stations have gas compressors of different kinds. Refueling station in MZK Przemyśl has hydraulic compressor. MPK Rzeszów refueling station is equipt in two CompAir modules. Both presented CNG refueling stations are of fast fill station type.