

GAZ ZIEMNY PALIWEM OPTYMALNYM DO NAPĘDU POJAZDÓW PRZESŁANKI I ROZWÓJ RYNKU

Przedruk z artykułu:

Warowny W., Tkacz A.

„Gaz ziemny paliwem optymalnym do napędu pojazdów - cz.2. Przesłanki i rozwój rynku”,

Nowoczesne Gazownictwo, 2(VIII), 39-44 (2003)

W pierwszej części artykułu [1] przedstawiono zagadnienia przyrodnicze i techniczne związane z gazem ziemnym jako paliwem optymalnym do napędu pojazdów. Ze względu na ochronę środowiska i inne przedstawione atrybuty gazu ziemnego zakłada się znaczny wzrost jego zapotrzebowania jako paliwa motoryzacyjnego. Pod koniec 2001 roku Komisja Europejska (KE) przedstawiła propozycję dwóch Dyrektyw dotyczących paliw z biomasy. W obu dyrektywach biopaliwa wspólnie z gazem ziemnym i wodorem zaliczono do najważniejszych zastępczych paliw silnikowych. KE uważa, że w roku 2020 gaz ziemny zastąpi 10% paliw silnikowych bazujących na ropie naftowej, co jest równoznaczne z 23,5 milionami pojazdów napędzanych gazem ziemnym na drogach Europy zużywających rocznie 47 miliardów m³ gazu ziemnego. Obecnie na świecie w aglomeracjach miejskich jeździ znaczny procent pojazdów napędzanych gazem ziemnym, jednak o globalnym sukcesie rynkowym mogą zdecydować tylko masowi odbiorcy pojazdów lekkich. W związku z powyższym nie bez znaczenia jest zmiana struktury stacji paliw na stacje „dywersyfikacyjne”, w których będzie możliwe nabycie wszystkich rodzajów paliw: benzyn silnikowych, oleju napędowego, propanu-butanów, alkoholi, sprężonego i skroplonego gazu ziemnego, biopaliw, wodoru oraz ładowanie akumulatorów. W północnych Włoszech obecnie już około trzydzieści procent stacji benzynowych jest wyposażonych w sprężarki do gazu ziemnego. W oparciu o trendy światowe, dane ogólnodostępne i własne przesłanki prognozuje się, że w polskich miastach po wejściu do Unii Europejskiej (UE) nastąpi szybki rozwój rynku sprężonego gazu ziemnego, ponieważ w europejskich aglomeracjach miejskich uruchamiane są projekty dotyczące wykorzystania gazu ziemnego do napędu pojazdów, głównie z myślą o ochronie środowiska oraz dla zdobywania doświadczeń eksploatacyjnych. Takim projektem jest program pod nazwą NGV Europe wprowadzony w wybranych piętnastu miastach siedmiu krajów UE wykorzystujący w transporcie miejskim przyjazne ekologicznie pojazdy zasilane gazem ziemnym. Program ten dotyczy kooperacji i partnerstwa pomiędzy miastami z zamysłem łączenia interesów publicznych i prywatnych, włączając w to najbardziej

zaawansowane technologie europejskich producentów pojazdów i silników na gaz ziemny.

Obecny stan rozwoju rynku

Na świecie eksploatuje się około półtora miliona pojazdów z silnikiem na gaz ziemny korzystających z około czterech tysięcy stacji tankowania. Ponad czterdzieści przedsiębiorstw produkuje różnego rodzaju pojazdy wyposażone w silniki napędzane gazem ziemnym w wersji dwupaliwowej i w wersji o podwójnym paliwie (automatyczne przechodzenie z benzyny na gaz ziemny). Wśród wielu znanych firm produkujących silniki i pojazdy na gaz ziemny znajduje się większość firm motoryzacyjnych, między innymi: BMW, DAF, Daimler-Chrysler, Fiat, Ford, Honda, IVECO, MAN, Mercedes-Benz, Mazda, Nissan, Peugeot, Renault, Opel, Scania, Seat, Toyota Volkswagen, Volvo. Zgodnie z danymi European Natural Gas Vehicle Association (ENGVA) z początku 2003 roku największymi użytkownikami pojazdów napędzanych gazem ziemnym są kraje przedstawione w tab. 1. Natomiast stosownie do statystyki International Association for Natural Gas Vehicles (IANGV) z maja 2001 rodzina pojazdów napędzanych gazem ziemnym w Europie liczy sobie 420 tys. sztuk. Prognozy zakładają, że w USA w roku 2010 będzie około cztery miliony pojazdów na gaz ziemny i dwadzieścia tysięcy stacji tankowania. Perspektywnie większą dynamikę rozwoju rynków sprężonego gazu ziemnego do napędu pojazdów zakłada się w krajach posiadających znaczne zasoby gazu ziemnego. Wschodzącymi dużymi rynkami zbytu sprężonego gazu ziemnego są w Azji: Indie, Indonezja i Iran, natomiast w Ameryce: Trynidad, Chile i Meksyk. W Chinach w przeciągu dwóch lat przewiduje się 120 tys. pojazdów i 70 stacji napełniania gazu ziemnego, natomiast w Iranie przeciągu kilku najbliższych lat, około 40 tys. pojazdów miejskich, w tym głównie taksówek. Najwięcej stacji tankowania znajduje się w USA (około 1300), Argentynie (około 970) i Włoszech (około 370).

Tablica. 1. Kraje o największej liczbie pojazdów

Kraj	Liczba pojazdów	Kraj	Liczba pojazdów	Kraj	Liczba pojazdów
Argentyna	721900	Rosja	31000	Malezja	3700
Włochy	380000	Kanada	20500	Indonezja	3000
Pakistan	280000	Nowa Zelandia	12000	Chile	3000
Brazylia	233000	Niemcy	10000	Meksyk	2300
USA	103000	Kolumbia	9500	Australia	2100
Indie	84200	Bolivia	6000	Szwecja	1550
Wenezuela	41000	Białoruś	5500	Iran	1000
Egipt	40000	Bangladesz	5000	Wielka Brytania	835
Chiny	36000	Francja	4500	Holandia	570
Ukraina	35000	Trynidad	4000	Szwajcaria	520

Sprężony gaz ziemny jako paliwo do pojazdów powinien być wykorzystywany przez sektory transportu miejskiego: tabor autobusowy, pojazdy funkcyjne (energetyczne, gazowe, pocztowe i policyjne), transport dostawczy, miejskie służby komunalne (śmieciarki, polewaczki, czyszczarki jezdni, piaskarki, beczkowsy, itp.), transport wewnętrzny w przedsiębiorstwach (np. wózki podnośnikowe), taksówki oraz samochody osobowe. Poza tym coraz częściej sprężony gaz ziemny stosuje się w silnikach pojazdów nie kołowych takich jak promy, kutry czy lokomotywy spalinowe oraz tam gdzie nie ma trakcji elektrycznej. W każdym mieście jakaś część tych pojazdów użyteczności publicznej powinna korzystać ze sprężonego gazu ziemnego, chociażby w terenie najbardziej zagrożonym ekologicznie, jakimi są centra miast i dzielnice zabudowane. W Göteborgu w Szwecji (siedziba fabryki Volvo) wprowadzono w centrum miasta specjalną trasę z uprzywilejowanymi miejscami postojowymi dla taksówek napędzanych gazem ziemnym. Obecnie w wielu zabudowanych miastach Europy stosuje się pojazdy elektryczne, gazowe i hybrydowe. Samochody osobowe wyposażone w silnik w wersji o podwójnym paliwie (automatyczne przechodzenie z benzyny na gaz ziemny) mają największą szansę powodzenia. Surowe normy czystości spalin i ostre kryteria ich pomiaru oraz wyższe koszty wytwarzania silnika diesla przy wysokich wymaganiach w zakresie parametrów ekologicznych, w najbliższych latach będą promowały szybki rozwój produkcji autobusów miejskich napędzanych gazem ziemnym, pomimo lansowanej opcji głębokiego odsiarczania olejów napędowych. W przeciągu 20-30 lat wydobycie ropy naftowej w Europie zmniejszy się znacznie i jej zapasy będą uzupełniane jedynie przez kraje poza europejskie. Jednocześnie w tym samym czasie nastąpi wzrost zapotrzebowania na ropę naftową do celów transportowych przy konieczności ograniczania zanieczyszczeń atmosfery substancjami gazowymi przez kraje przemysłowe, w okresie najbliższej dekady, stosownie do zobowiązań z Kyoto. Tak więc czynnikami motywacyjnymi nowej polityki europejskiej dotyczącej paliw silnikowych jest bezpieczeństwo energetyczne i ochrona środowiska przyrodniczego. Komisja Europejska zaprasza przedsiębiorstwa przemysłowe i organizacje pozarządowe do udziału we wprowadzaniu gazu ziemnego i wodoru jako paliw silnikowych oraz proponuje utworzenie grupy kontaktowej mającej za zadanie doradztwo dotyczące rozwoju rynku dla tych paliw: rodzaju pojazdów, uwarunkowań geograficznych, infrastruktury związanej z tankowaniem i podatkami.

Doskonałym przykładem szybkiego rozwoju taboru pojazdów ciężkich i lekkich na gaz ziemny jest Francja. W listopadzie 1999 roku podpisano protokół pomiędzy Ministerstwem Przemysłu a Gaz de France, Union Francaise des Industries Petrolieres oraz Peugeot, Citroen i Renault w sprawie promocji użytkowania gazu ziemnego do napędu pojazdów. Dokument ten umożliwił w pierwszym okresie wzrost użytkowania gazu w transporcie publicznym i ruchu miejskim, a w drugiej kolejności w zastosowaniu do pojazdów lekkich. Połowa miast o liczbie

mieszkańców ponad 200 tysięcy wybrała autobusy napędzane gazem ziemnym. Aktualna liczba zamówień wynosi ponad 1400 sztuk, z czego ponad 600 jednostek jest już w użytkowaniu, co stanowi 1/3 taboru autobusowego w tych miastach oraz zamówiono ponad 90 pojazdów do wywozu nieczystości. Gaz de France we wrześniu 2000 roku otworzył pierwszą otwartą stację dla służbowych samochodów lekkich, których w tym czasie było około 4000 sztuk. Poza tym Gaz de France prowadzi doradztwo w zakresie międzynarodowych prawnych uregulowań dotyczących zastosowania gazu ziemnego do napędu silników samochodowych i pomoc w rozwijaniu i tworzeniu przychylnej atmosfery wśród obywateli, samorządów i użytkowników wokół zastosowania gazu ziemnego do napędu pojazdów. W celu usprawnienia rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego, Gaz de France powołał w 1998 roku spółkę dystrybucyjno-handlową GNVert. Spółka ta oferuje różne usługi związane z komercjalizacją gazu ziemnego do napędu pojazdów ciężkich, takie jak: analiza opłacalności i pomoc w zdobywaniu środków finansowych, zaopatrzenie w gaz ziemny, doradztwo techniczne budowy stacji tankowania, całodobowy serwis eksploatacyjny i konserwacyjny, szkolenie personelu stacji, pomoc w procesach legalizacyjnych i legislacyjnych oraz zapewnienie gwarancji na ceny gazu ziemnego niższe niż ceny innych paliw silnikowych dla taboru zawierającego mniej niż dwadzieścia pojazdów ciężkich przez okres trzech lat.

W Polsce zaniedbania w wykorzystaniu sprężonego gazu ziemnego do pojazdów są ogromne, czego przykładem może być porównanie ostatnich dziesięciu lat na przykładzie Polski i Niemiec. W Niemczech ilość pojazdów napędzanych gazem ziemnym w roku 1991 była taka jak w Polsce, natomiast obecnie stosownie do oszacowań Ruhrgas liczba pojazdów na sprężony gaz ziemny wynosi około 10 000 obsługiwanych przez 160 stacji tankowania i ma wzrosnąć w roku 2015 do 450 000, podczas gdy w Polsce zachował się stan ilościowy na tym samym poziomie. Obecnie w Polsce jest około sześćdziesiąt pojazdów i pięć otwartych stacji tankowania, przy czym planuje się budowę kilku nowych (w Tamowie, Krakowie, Bielsku Białej i Wrocławiu). W Europie gaz ziemny do silników samochodowych używa się od czasu drugiej wojny światowej, natomiast w Polsce pierwsze stacje tankowania na gaz powstały na południu kraju od Krosna do Gliwic już w latach 1949-1955. Z powodu części zamiennych do sprężarek i atestowanych zbiorników do pojazdów zostały one zamknięte na początku lat siedemdziesiątych. Największe doświadczenie w eksploatacji sprężonego gazu ziemnego w Polsce mają ośrodki w Przemysłu (MZK), w Warszawie i w Krakowie (Zakłady Gazownicze). Zainteresowanie rynkiem sprężonego gazu ziemnego w Polsce należałoby rozpocząć od miejskich zakładów komunikacji zbiorowej. W latach osiemdziesiątych i wczesnych dziewięćdziesiątych wykonywano w Krakowie prace badawcze nad silnikami gazowymi (na Politechnice Krakowskiej i w laboratorium Zakładu Gazowniczego w Krakowie) oraz wybudowano na terenie Gazowni Krakowskiej doświadczalną stację tankowania gazem ziemnym. MPK w Krakowie wykorzystywał w latach 1993-1999 sześć

przegubowych autobusów Ikarus-280, natomiast w tym czasie Zakład Gazowniczy Kraków posiadał około trzydzieści samochodów przystosowanych do napełniania sprężonym gazem ziemnym. W Warszawie Pogotowie Gazowe „Gazowni Warszawskiej” wykorzystuje samochody Peugeot Partner napełniane sprężonym gazem ziemnym. W MZK w Przemyślu z funduszy budżetu w ramach programu rządowego uuchomiono stację tankowania sprężonym gazem ziemnym oraz przerobiono piętnaście autobusów typu Jelcz M-11. Zakupiono także siedem autobusów typu Jelcz 120 M/1 posiadających homologację Euro III, które są dotychczas jedynymi polskimi autobusami na gaz ziemny. Docelowo pozostałe 2/3 taboru autobusowego (około czterdziestu autobusów) będzie podlegała wymianie na zasilanie sprężonym gazem ziemnym. Autobusy te, zasilane gazem ziemnym, przejeżdżają 320-350 km wykorzystując około 150 m³ gazu z jednorazowego napełniania. Polskie przedsiębiorstwa wykorzystują obecnie do przewozów pasażerskich około 12 000 autobusów w 267 miastach. Są to głównie autobusy z silnikiem o zapłonie samoczynnym zasilanym olejem napędowym, z których w okresie najbliższych 10 lat na napędzanie gazem ziemnym może być przestawione od 25 do 30 % (3000-3600 autobusów). W przeliczeniu na poszczególne przedsiębiorstwa komunikacyjne będzie to około 20 do 80 autobusów, co będzie wiązało się z wybudowaniem na terenie przedsiębiorstw komunikacyjnych około 45-60 stacji tankowania sprężonym gazem ziemnym. Powyższa liczba autobusów zwiększałaby zapotrzebowanie na gaz ziemny o 70 -126 mln m³/rok. Oprócz komunikacji miejskiej, w transporcie komunikacji zbiorowej w obszarze miejskim i podmiejskim należy uwzględnić również około 2500 przewoźników prywatnych, którzy przejdą na pojazdy napędzane sprężonym gazem ziemnym, ze względu na zmniejszenie kosztów własnych eksploatacji lub z przyczyn ekologicznych. Zakłada się, że napędzanie gazem ziemnym będzie 1000 pojazdów prywatnych (45% przewoźników prywatnych), które w ciągu roku zużyją około 12 mln m³ gazu, co stanowi dodatkowo od 10 do 20 % zużycia gazu ziemnego w bilansie autobusów miejskich. Poza tym należy uwzględnić rozwój rynku miejskich pojazdów komunalnych i pojazdów dostawczych napędzanych gazem ziemnym, które mają ustalone trasy poruszania się i określone miejsca garażowania. Zakłada się, że pojazdów taboru komunalnego i dostawczego napędzanego gazem ziemnym będzie około 2000 jednostek, co będzie stanowiło 20 - 30% całego stanu tego typu pojazdów, które zużyją w ciągu roku około 10 mln m³ gazu ziemnego. Sumaryczne zużycie gazu ziemnego przez pojazdy ciężkie oszacowuje się docelowo w okresie dekady na 90-150 milionów m³ gazu rocznie. W Polsce 50% miejskiego taboru autobusowego przekroczyło 10 lat eksploatacji i nie spełnia norm czystości spalin i poziomu hałasu. Další 15% to autobusy eksploatowane 6-10 lat, dlatego należy zastanowić się realistycznie nad długoterminową polityką wyboru paliwa i taboru autobusowego komunikacji miejskiej. Jednak najszybciej rozwijającym się rynkiem sprężonego gazu ziemnego dla pojazdów kołowych powinny być taksówki i prywatne samochody osobowe. Przewiduje się, że wspólny rynek lekkich pojazdów kołowych będzie

dotyczył od 50 000 do 100 000 jednostek. W przeliczeniu na sumaryczną ilość jednostek roczna sprzedaż gazu ziemnego wyniesie 140 do 250 milionów m³ przy założeniu, że jeden pojazd będzie zużywał 10 m³ gazu na 100 kilometrów i przejeżdżał rocznie 25 - 50 tys. km. Sektor motoryzacyjny w Polsce może mieć poważny udział w bilansie gazu ziemnego, którego zużycie do napędu pojazdów za 10 lat szacuje się w zakresie 220-400 mln m³ gazu, co stanowi około 2-4 % wartości obecnego całkowitego zużycia gazu ziemnego. Większość materiałów dotyczących sprężonego gazu ziemnego dla rozwoju komunikacji miejskiej w Polsce przedstawiono w pracy [2].

Wybrane normy i przepisy

Regulacje i przepisy dotyczące pojazdów na gaz ziemny mają inny status niż tworzone normy, które są zwykle dobrowolną akceptacją ustaleń dokonanych przez producentów i zainteresowane strony na poziomie kraju lub regionu polityczno/geograficznego. Podstawowym celem norm jest określenie wspólnego punktu odniesienia dla jakości, bezpieczeństwa, możliwość adaptacji elementów wykonanych przez różnych producentów na świecie i szereg innych problematyk. Regulacje wprowadzane z reguły przez rząd są bezwarunkowo obowiązujące w danym kraju lub grupie krajów. W ostatniej dekadzie wzrost zainteresowania gazem ziemnym do pojazdów wzmógł wprowadzanie nowych norm obejmujących różne aspekty technologiczne, ekologiczne i bezpieczeństwa w większości krajów zainteresowanych gazem ziemnym jako paliwem silnikowym. Konieczność szybkiego rozwoju tej technologii i ekonomii na niej opartej wymaga ujednolicenia zaleceń w formie przepisów międzynarodowych. Władzami o mocy ustawodawczej w dziedzinie normalizacji są: Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO; International Organisation for Standardization;), Europejski Komitet Normalizacji (ESC; European Standardization Committee) oraz w naszym kraju Polski Komitet Normalizacyjny (PKN). W Polsce międzynarodowe normy ISO są najczęściej akceptowalne, ale nie zobowiązujące, natomiast obowiązującymi są normy europejskie EN. Zanim zostaną przedstawione normy dotyczące aspektów związanych z pojazdami na gaz ziemny należy wymienić normy dotyczące właściwości eksploatacyjnych, warunków bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska przyrodniczego dla samego gazu ziemnego. Surowy gaz ziemny zanim zostanie przesłany uzdatnia się w szeregu procesach (między innymi osusza się, odsiarcza, pozbawia kondensatów węglowodorowych i dla niektórych złóż oczyszcza na zawartość dwutlenku węgla, tlenku i azotu), tak aby jego skład, właściwości fizykochemiczne i warunki bezpieczeństwa odpowiadały normom ilościowo-jakościowym. Zatem ilość substancji chemicznych i innych zanieczyszczeń zawartych w gazie ziemnym definiuje jednoznacznie jakość gazu. W klasyfikacji paliwa silnikowego

w normach w zastępstwie ciepła spalania najczęściej używa się liczby Wobbego, będącej ilorzem ciepła spalania (lub wartości opałowej) i pierwiastka kwadratowego z gęstości względnej (odniesionej do powietrza) w warunkach normalnych. Podstawowymi, obligatoryjnymi normami dla gazu ziemnego są publikacje [3-11]. Opracowywaniem norm dla pojazdów napędzanych gazem ziemnym zajmuje się kilka komitetów ISO i organizacji krajowych w dziedzinach podanych w nawiasie:

- CEN/TC 326 (zaopatrzenie w gaz pojazdów na gaz ziemny),
- ISO/TC 22/SC25 (pojazdy drogowe napędzane gazem ziemnym),
- ISO/TC 58/SC3/WG17 (zbiorniki wysokociśnieniowe do magazynowania gazu ziemnego),
- ISO/TC 193/WG2 (określanie jakości gazu ziemnego stosowanego jako paliwo dla pojazdów),
- Motor Vehicle Emission Group (przepisy).

Ostatnio wprowadzono normy ISO serii 15500, która składa się z dziewiętnastu części dotyczące różnych aspektów wykorzystania sprężonego gazu ziemnego jako paliwa silnikowego [12]. W jej części pierwszej przedstawiono między innymi osiemnaście definicji dla podzespołów układu paliwowego na gaz ziemny, wymagania dla konstrukcji i montażu, wyposażenia układu elektrycznego, w części drugiej określono między innymi warunki badań podzespołów na wytrzymałość, szczelność, odporność na wstrząsy i korozję oraz starzenie się ich w atmosferze tlenu. Pozostałe części dotyczą zaworów, wtryskiwacza gazu, rejestratora, regulatorów ciśnienia i przepływu gazu, reduktora, mieszalnika, filtrów, przewodów różnego zastosowania i złączy. Dwie części normy serii ISO 15501 [13] opisują metody testowania przy instalacji układu sprężonego gazu ziemnego w pojeździe. Do tej grupy norm zaliczają się: normy [14] i [15] oraz normy ISO 14469:2001 dotycząca połączeń do tankowania i ISO/DIS 11439:1997 podająca ogólne zasady i wymagania dotyczące projektowania zbiorników o objętości 20-1000 litrów do ciśnienia napełniania 26 MPa. Wśród norm europejskich należy wymienić projekt normy EN 13945 „Urządzenia układu paliwowego w pojeździe” i normę [16] w której podano definicje oraz zalecenia dotyczące pojazdów na sprężony gaz ziemny wyposażonych w gazowy układ paliwowy o ciśnieniu 20 MPa w temperaturze 15°C zgodny z normą [13] i projektem normy europejskiej [17]. Znane są też Dyrektywy UE związane z emisją zanieczyszczeń przez pojazdy napędzane benzyną i olejem napędowym. Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie uprawniony do homologacji pojazdów, butli z kevlaru i rejestracji samochodów jest uzależniony od braku odpowiednich standardów. Grupa ds. Konstrukcji Pojazdów Europejskiej Komisji Gospodarczej przy ONZ nasiliła prace nad opracowaniem regulaminów dotyczących zastosowania gazu ziemnego do silników spalinowych i ogniw paliwowych. Polska zobowiązała się przystąpić do

porozumienia o ich stosowaniu i wzajemnym uznawaniu homologacji na części i urządzenia pojazdów. Od pewnego czasu obowiązuje również Regulamin EKG ONZ nr 110 dotyczący homologacji pojazdów fabrycznie nowych na gaz ziemny, natomiast w przygotowaniu jest odpowiedni Regulamin dotyczący przystosowania do gazu ziemnego pojazdów już używanych. Jako następstwo w/w regulaminów należy się spodziewać wprowadzenia zmian do obowiązujących wymagań krajowych zawartych w DZ.U. Nr 44/99 poz. 432 zał. 7. Odbiorom przez Urząd Dozoru Technicznego podlegają również określone instalacje i elementy gazowe w pojazdach samochodowych.

Przesłanki ekonomiczne

Ekonomia poza ochroną środowiska może mieć największy wpływ na wybór gazu ziemnego jako paliwa silnikowego. W ocenie efektywności ekonomicznej stosowania sprężonego gazu ziemnego należy rozważyć wyższe koszty inwestycyjne i niższe koszty eksploatacyjne. Każdy użytkownik paliwa ekologicznego ma możliwość pozyskania ulg podatkowych i kredytów preferencyjnych. W bilansie kosztów należy uwzględnić: różnice cen paliw, ceny zakupu autobusów, koszty wybudowania stacji, koszty utrzymania stacji, koszty eksploatacyjne, koszty obsługi autobusów i koszty organizacyjne. Tendencja rozpiętości cen paliw na korzyść gazu ziemnego będzie prawdopodobnie utrzymana, chociażby z powodu niniejszych zasobów ropy naftowej. W różnych krajach na świecie cena gazu ziemnego jest niższa od cen benzyny i oleju napędowego, w zależności od kraju w zakresie od 15 do 75%. Głównym powodem niższych cen są stawki podatkowe. Wyjątkiem jest Szwajcaria gdzie ceny gazu ziemnego są wyższe. Dla użytkownika pojazdu priorytetem jest cena pojazdu i sprężonego gazu ziemnego na stacjach tankowania. Cena gazu jest sumą kosztów pozyskania gazu ziemnego od dostawcy i kosztów eksploatacji stacji tankowania powiększona o koszty budowy stacji. Koszt zakupu gazu ziemnego od dostawcy, w tym przypadku PGNiG S. A., związany jest z umową wieloletnią. W zależności od godzinowego zapotrzebowania gazu, stacja tankowania, jako odbiorca gazu ziemnego, jest zaliczana do odpowiedniej grupy taryfowej. Cena zakupu gazu ziemnego na stacji tankowania musi gwarantować użytkownikom pojazdów obniżkę kosztów zakupu paliwa, co najmniej na poziomie 25-30% w stosunku do kosztów zakupu oleju napędowego i to takiego, który spełnia obowiązujące normy Euro. Cena ta musi zagwarantować pokrycie kosztów zakupu lub przebudowy pojazdu oraz kosztów przystosowania stacji diagnostycznych dla pojazdów napędzanych gazem ziemnym w krótkim czasie. Nowy lub przebudowany pojazd jest droższy o około od 12% do 15%, ale masowość ich produkcji, zwiększona ilość stacji tankowania może tą różnicę zniwelować. Dodatkowe koszty związane są z budową infrastruktury stacji tankowania

sprężonym gazem ziemnym i ze sprężaniem paliwa (w tym z okresowym wykorzystywaniem sprężarek o dużym wydatku oraz koniecznością dodatkowego sprężania gazu). Wielostopniowe agregaty sprężarkowe dobiera się do ciśnienia zasilania gazu przed sprężeniem, które im będzie wyższe tym tańsza będzie eksploatacja stacji. Stacje paliw wolnego tankowania są o wiele tańsze. Zmniejszenie zużycia energii i kosztów należy poszukiwać między innymi w technologiach przyszłości, takich jak nowe materiały czy magazynowanie gazu ziemnego w zbiornikach adsorpcyjnych.

Przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej, na pokrycie strat na przewozach pasażerskich, korzystają między innymi z dotacji budżetowej samorządów miast. Zmniejszenie tej dotacji leży w interesie mieszkańców, dlatego bardzo ważna jest trafna decyzja ekonomiczna dotycząca wyboru i zamiany stosowanego paliwa w komunikacji miejskiej oraz zakup nowych autobusów. Doświadczenia potwierdzają, że oszczędności z tytułu stosowania sprężonego gazu ziemnego, jako paliwa silnikowego, w pierwszym okresie użytkowania pojazdów na gaz ziemny mogą osiągnąć 25-30 % kosztów paliwa zużywanego przez autobusy napędzane silnikami dieslowskimi. Natomiast w latach następnych oszczędności te wzrosną nawet do 30-35%. Cena sprężonego gazu ziemnego kształtuje się na poziomie 50 do 60 % ceny hurtowej oleju napędowego. Przyjmując, że autobus krótki na każde 100 km zużywa 35 litrów oleju napędowego, podczas gdy taki sam autobus napędzany gazem ziemnym zużywa 45,5 normalnych m³, to przy przebiegu autobusu 70 000 km rocznie, dla aktualnych cen hurtowych oleju napędowego i przewidywanej cenie sprężonego gazu ziemnego, uzyskuje się oszczędności rzędu 14 000 do 16 000 zł na jeden autobus. Podobne porównanie rocznej eksploatacji autobusu długiego zużywającego około 50 litrów oleju napędowego na 100 km i autobusu na gaz ziemny zużywającego 65 m³ wykazuje oszczędności około 20-21 tys. złotych na jeden autobus. Z doświadczeń eksploatacyjnych autobusów o napędzie gazem ziemnym użytkowanych we Francji wynika, że ten rodzaj napędu jest opłacalny, w porównaniu z innymi rodzajami paliw, począwszy od 20 sztuk. Zakładając progresywny rozwój rynku sprężonego gazu ziemnego i zwiększone zapotrzebowanie na autobusy napędzane gazem ziemnym, różnica cen z autobusami dieslowskimi może dążyć nawet do zera. Stacje tankowania utrzymują natomiast cenę stabilną, z uwagi na niewielką liczbę nowych stacji i ze względu na stałą moc ich wytwarzania (i to pomimo zwiększonego popytu, występującego w okresie czterech do sześciu miesięcy). W Polsce montaż od 5-8 do 11-14 stacji rocznie nie będzie miał znaczącego wpływu na obniżkę ich ceny. O budowie stacji tankowania gazu ziemnego do pojazdów powinna decydować szczegółowa analiza techniczno-ekonomiczna, uzależniona od lokalizacji i typu stacji tankowania. Koszt jednej stacji tankowania mieści się w granicach od 500 000 zł do 1800 000 zł, w zależności od ogólnej przepustowości i ilości pojazdów przeznaczonych do szybkiego tankowania. Istnieje możliwość zindywidualizowania kosztów stacji tankowania (lub stanowiska tankowania) dla wybranego odbiorcy, na przykład od jednego do kilkudziesięciu. Stacja budowana

z przeznaczeniem dla określonego odbiorcy nie posiada stałej obsługi, pracuje automatycznie za wyjątkiem inkasenta i ewentualnej obsługi czynności tankowania, ale jest pod kontrolą wyspecjalizowanej grupy pracowników. Zakłada się, że zwrot poniesionych nakładów finansowych na stacje tankowania powinien nastąpić w okresie 5-6 lat, przy przewidywanym czasie eksploatacji stacji 15-18 lat.

Bariery i strategia rozwoju rynku

Pojazdy napędzane gazem ziemnym stanowią dotychczas zaledwie znikomą część całkowitej liczby pojazdów w skali świata. Powodem tego są bariery administracyjno-prawne związane z brakiem przepisów i norm, niechęć i strach przed stosowaniem gazu ziemnego, uznawanego za niebezpieczny oraz początkująca faza rozwoju rynku gazu ziemnego jako paliwa silnikowego. Z punktu widzenia społecznego również ważne są akceptowalne koszty ekologiczne wykorzystania gazu ziemnego do pojazdów jak również koszty dalszego przystosowania do wymogów ekologii paliw ciekłych w ramach długofalowej polityki ochrony środowiska. Gaz ziemny jako ekologiczne paliwo silnikowe, w kontekście wielu jego zalet, będzie konkurencyjny w odniesieniu do innych paliw, aż do momentu wprowadzenia nowych technologii opartych o wodór (silniki wodorowe, ogniwa paliwowe), zresztą opartych w dużej mierze o gaz ziemny jako surowiec. W dokumencie Union Internationale des Transports Publics (UITP) z września 2000 zaleca się, przed ostatecznym wyborem wersji paliwa dla autobusów przeprowadzenie wyczerpujących analiz porównujących ekonomię i ekologię pomiędzy sprężonym gazem ziemnym i olejem napędowym. Przystosowanie paliwa olejowego do norm Euro jest oczywiście możliwe, ale kosztem znacznych dodatkowych obciążeń finansowych. Zakłady Komunikacji Miejskiej wraz z Samorządami nie są w stanie finansować modernizacji taboru i budowy nowej infrastruktury komunikacji miejskiej, dlatego istnieją metody wsparcia finansowego, przeznaczone na rozwój nowych technologii i ochronę środowiska w ramach różnych programów, takie jak kredyty preferencyjne, czy dotacje z różnych funduszy ochrony środowiska, dostępne dla krajów stowarzyszonych z UE. Powodów przedstawionych w tekście zachęcających do stosowania gazu ziemnego jako paliwa silnikowego jest wiele, ale są też bariery do pokonania, takie jak: nie dopuszczenie do zrównania się cen gazu ziemnego i oleju napędowego w długoterminowym okresie eksploatacji pojazdu, czego przykładem jest na Nowa Zelandia. Innym podstawowym warunkiem są stabilne w długim okresie czasu ceny, co najmniej w okresie żywotności eksploatacyjnej pojazdu (dla autobusu okres ten wynosi 12 lat), dlatego należy zawierać umowy długoterminowe z dostawcą gazu ziemnego, ponieważ inwestycje dotyczące budowy stacji tankowania pojazdów gazem ziemnym należy zaliczyć do sfery wysokiego ryzyka finansowego, które w początkowym okresie ich realizacji mogą wymagać wsparcia budżetowego. W krajach wysokorozwiniętych istnieje praktyka wprowadzania niższej stawki podatkowej

(między innymi w krajach Beneluksu, Francji i Wielkiej Brytanii) i brak podatku akcyzy. W raporcie krajów UE opracowano zrównoważony rozwój kierunków polityki transportowej w miastach [Urban Travel and Sustainable Development. ECMT/ OECD, Paris 1995], zapewniający równowagę pomiędzy rozwojem gospodarczym, osiągnięciem celów społecznych i ochroną środowiska. Również w Polsce w listopadzie 1999 roku Komitet Ekonomiczny Rady Ministrów przyjął na lata 2000-2015 tezy zrównoważonego rozwoju kraju w sprawie finansowania rozwoju regionalnego opartego na współpracy samorządów i zainteresowanych resortów administracji. Wsparcie państwa ma polegać na dofinansowaniu samorządów przejmujących wiodącą rolę w zarządzaniu transportem zbiorowym w obszarach zurbanizowanych, udzielaniu gwarancji kredytowych na przedsięwzięcia usprawniające systemy oraz na rozpowszechnianiu doświadczeń.

W pierwszym okresie rozwoju rynku gazu ziemnego dla silników szczególną rolę będą spełniały: przepływ informacji, wiedza użytkowa i promocja pojazdów nowej generacji, dla których zakres powinien być szeroki i ogólnodostępny. W każdym kraju promocja odbywa się w różny sposób w zależności od własnych potrzeb i celów. Do propagowania zastosowania gazu ziemnego w szeroko rozumianym transporcie należy włączyć organizacje pozarządowe i resorty rządowe zajmujące się ochroną środowiska. Ważnym i koniecznym ogniwem promocyjnym polskiego rynku gazu ziemnego, jako paliwa do pojazdów, byłoby zainteresowane instytucji, fundacji, osób publicznych i prywatnych, a także, w początkowym etapie, pomoc przedstawicieli różnych szczebli władz samorządowych i państwowych. Ze względu na dobro społeczne, jakim jest ekologia, promocja powinna odbywać się w masowych środkach przekazu, w formie cyklicznych seminariów i konferencji dla grona fachowców oraz należałoby stworzyć bank danych technicznych, technologicznych, ekonomicznych i prawnych o gazie ziemnym jako paliwie do pojazdów, samych pojazdach i stacjach tankowania. Dobrym adresatem banku danych mógłby być stowarzyszenie NGV Polska, Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Propagatorów i Użytkowników Silników Spalinowych Zasilanych Gazem. Powinien być także przygotowany raport długoterminowy (rzędu 2012-2015 roku) na temat perspektyw i kierunków rozwoju polskiego rynku sprężonego gazu ziemnego, stosowanego jako paliwo do napędu pojazdów. Przepisy powinny uwzględniać konieczność i wymogi stosowania paliw ekologicznych. Bardzo ważna będzie dogodna polityka podatkowa państwa, szczególnie w pierwszym okresie rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego dla pojazdów. Na świecie promocją pojazdów na gaz ziemny zajmują się między innymi takie organizacje jak: IANGV, ENGYA, organizacja NGVC (Natural Gas Vehicle Coalition) zajmująca się rozwojem i wzrostem rynku gazu ziemnego dla pojazdów, skupiająca około 180 przedsiębiorstw gazowych i przemysłu motoryzacyjnego czy ACEA (stowarzyszenie reprezentujące europejskich producentów samochodów, autobusów i samochodów dostawczych). Unia Europejska przedstawiła specjalny program EEV (Environmentally Enhanced Vehicle) promujący pojazdy

przyjazne środowisku przyrodniczemu wydając dyrektywę 1998/9 parlamentu europejskiego. W Polsce promocją rynku sprężonego gazu ziemnego, w początkowej fazie jego rozwoju, powinny zająć się zainteresowane przedsiębiorstwa (szczególnie PGNiG S.A. jako dostawca gazu ziemnego), fundacja Ekogaz, stowarzyszenie NGV Polska, branżowe stowarzyszenia inżynierów i techników jak również środowisko naukowo-badawcze, którego rola jest dominująca w państwach o rozwiniętej cywilizacji technologicznej. Dla PGNiG S.A. sprężony gaz ziemny przeznaczony do napędu pojazdów jest bardzo rentownym udziałem w bilansie sprzedaży, ponieważ nie wymaga znaczących inwestycji i może być odbierany w dowolnym miejscu sieci gazociągu. Każdy pojazd to osobny odbiorca gazu ziemnego, wielokrotnie większy od odbiorcy domowego i to bez konieczności budowy nowej sieci gazowej. Dla przykładu zużycie gazu ziemnego przez 100 autobusów odpowiada zapotrzebowaniu na gaz ziemny małego miasta. Niektóre z powyższych zagadnień omówiono w pracy [18]. W celu spełnienia w/w wyzwania i przeciwstawieniu się dominacji istniejącego rynku paliw ciekłych oraz rozłożenia ryzyka i kosztów rozwoju rynku gazu ziemnego powinny zainteresować się wszystkie uczestniczące strony: ciała ustawodawcze i wykonawcze, dostawcy gazu, producenci pojazdów, producenci stacji tankowania i jej elementów, operatorzy i użytkownicy pojazdów.

Wnioski

Praca jako całość obejmująca część pierwszą [1] i część niniejszą przedstawia obecny stan wiedzy na temat zastosowania gazu ziemnego do silników oraz prognozy dla warunków polskich, oparte o światowe trendy rozwoju rynku sprężonego i skroplonego gazu ziemnego dla pojazdów. Rozwój technologii gazu ziemnego do napędu pojazdów, związany z przedstawionymi w tekście zaletami gazu ziemnego stwarza silną motywację do jego wykorzystania w sektorze motoryzacyjnym, dlatego gazem ziemnym jako paliwem silnikowym powinny być zainteresowane wszystkie strony: rząd, władze samorządowe, przedsiębiorstwa transportowe, producenci pojazdów i pozostałej infrastruktury oraz terenowe zakłady gazownicze. Gaz ziemny powinien być zastępczym paliwem motoryzacyjnym, przede wszystkim tam, gdzie łatwy jest do niego dostęp oraz gdzie czynnikiem nadrzędnym jest ochrona środowiska przyrodniczego. Ponadto dywersyfikacja rynku paliwowego wpływa na konkurencyjność i bezpieczeństwo dostaw poprzez zróżnicowanie paliw, dostawców i odbiorców. Niższe koszty eksploatacyjne pojazdów, jasne przepisy prawne i normatywne, masowa produkcja pojazdów z silnikami na gaz ziemny, ogólnodostępna sieć stałych stacji tankowania oraz sprężarek domowych do lekkich samochodów stwarza możliwość szybkiego rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego, który jest sprawą przesądzoną i można mówić tylko o tempie jego intensyfikacji do momentu opanowania technologii paliwa wodorowego.

Literatura

- [1]. Warowny W., Tkacz A.: *Gaz ziemny paliwem optymalnym do napędu pojazdów, cz.1 - Zagadnienia przyrodnicze i techniczne.*, Nowoczesne Gazownictwo, 4(VII) (2002).
- [2]. Tkacz A., Warowny W.: *Gaz ziemny paliwem zastępczym w komunikacji miejskiej*, Konferencja Gaz ziemny w transporcie miejskim, OPZG Gdańsk, 30 października 2001 r.
- [3]. ISO 6570-1: 1983, *Gaz ziemny - Wyznaczanie zawartości ciekłych węglowodorów - część 1: Zasady i ogólne wymagania.*
- [4]. ISO 6976: 1995, *Gaz ziemny - Obliczenia ze składu wartości kalorycznych, gęstości, gęstości względnej i liczby Wobbego.*
- [5]. ISO 13443: 1996, *Gaz ziemny - Znormalizowane warunki odniesienia.*
- [6]. ISO 11541: 1997, *Gaz ziemny- Wyznaczanie zawartości wody pod wysokim ciśnieniem.*
- [7]. ISO 12213-1: 1997, *Gaz ziemny - Obliczanie współczynnika ściśliwości - część 1: Wprowadzenie i wytyczne.*
- [8]. ISO 12213-2: 1997, *Gaz ziemny - Obliczanie współczynnika ściśliwości - część 2: Obliczanie z wykorzystaniem składu molowego.*
- [9]. ISO 12213-3: 1997, *Gaz ziemny - Obliczanie współczynnika ściśliwości - część 3: Obliczenie z wykorzystaniem właściwości fizycznych.*
- [10]. ISO 13686: 1998, *Gaz ziemny- Wyznaczanie jakości.*
- [11]. ISO 14532: 2001, *Gaz ziemny-Terminologia.*
- [12]. ISO 15500: 2001, *Pojazdy drogowe - Podzespoły układu paliwowego na sprężony gaz ziemny, części 1,19.*
- [13]. ISO 15501: 2001, *Układ napełniania w pojazdach drogowych na sprężony gaz ziemny - część 1 Warunki bezpieczeństwa, - część 2 Metody badań.*
- [14]. ISO 15403: 2000, *Gaz ziemny - Określenie jakości gazu ziemnego jako sprężonego paliwa do pojazdów.*
- [15]. ISO/DIS 14469.3, *Pojazdy drogowe - Połączenie do zasilania sprężonym gazem ziemnym.*