



Monika ORZECHOWSKA*, Dominik KRYZIA*

Analiza SWOT wykorzystania gazu ziemnego w transporcie drogowym w Polsce

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące wykorzystania gazu ziemnego w transporcie drogowym w Polsce. Wzrost liczby pojazdów w kraju, szczególnie w dużych aglomeracjach miejskich, stał się przyczyną ciągłego wzrostu emisji zanieczyszczeń. Autorzy pragną zwrócić szczególną uwagę na oddziaływanie sektora transportu drogowego na stan zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Mając na uwadze aspekty środowiskowe oraz ekonomiczne, wykonano analizę SWOT. Jest to narzędzie wspomagania decyzji, pozwalające na systematyczną analizę, dzięki której można rozpoznać oraz wskazać silne i słabe strony (*Strengths & Weaknesses*), a także istniejące i potencjalne szanse oraz zagrożenia (*Opportunities & Threats*). Dzięki identyfikacji tych cech możliwe jest szczegółowe przyjrzenie się sytuacji rozwoju stosowania gazu ziemnego w pojazdach. W pierwszej części artykułu opisano aspekty wykorzystania gazu ziemnego w postaci sprężonej (CNG – *Compressed Natural Gas*) oraz skroplonej (LNG – *Liquefied Natural Gas*). Kolejno, dla celów porównawczych zwrócono również uwagę na najczęściej wykorzystywane w krajowym transporcie alternatywne paliwo gazowe, jakim jest LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).

SŁOWA KLUCZOWE: CNG, LNG, LPG, gaz ziemny, analiza SWOT

* Mgr inż. – IGSMiE PAN, Pracownia Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki Surowcami i Energią, e-mail: monika@min-pan.krakow.pl.

Wprowadzenie

Oleje napędowe i benzyny to najbardziej rozpowszechnione w Polsce paliwa przeznaczone do zasilania pojazdów, których liczba systematycznie wzrasta. Tym samym z roku na rok obserwuje się wzrost emisji zanieczyszczeń do atmosfery pochodzących z transportu drogowego. W tym kontekście istotną staje się ochrona środowiska. Rygorystyczne normy dotyczące emisji szkodliwych substancji niejako obligują do poszukiwania ekologicznych rozwiązań. Istotnym problemem są również ciągle rosnące ceny rynkowe produktów ropopochodnych. W związku z tym zasadną staje się możliwość zastosowania do napędu pojazdów alternatywnego paliwa, jakim jest gaz ziemny.

Pojazdy NGV (*Natural Gas Vehicles*), zasilane sprężoną bądź skroploną formą gazu ziemnego, cieszą się coraz większą popularnością. Światowym liderem w liczbie posiadanych takich pojazdów jest Iran, gdzie jest ich ponad 3,3 mln sztuk (NGV 2014a). W Europie przodują Włochy, Ukraina i Niemcy. Na terenie Polski zarejestrowanych jest około 3 392 (2013 r.) pojazdów NGV i tym samym zajmujemy 11 miejsce w rankingu państw europejskich (NGV 2014b). Jednak w Polsce największe znaczenie wśród paliw alternatywnych do napędu pojazdów ma gaz płynny LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) znany jako „autogaz”.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że pierwszy silnik dwusuwowy zasilany gazem ziemnym skonstruowany został przez francuskiego wynalazcę Etienne’a Lenoira już w 1860 r., tym samym historia stosowania paliw gazowych w napędzie silników spalinowych jest starsza od historii początków stosowania benzyny. Kolejny silnik, już czterosuwowy, wykorzystujący gaz świetlny, powstał 18 lat później, a jego twórcami byli Nikolaus August Otto i Eugen Langen. Silnik ten był prototypem silników budowanych do dziś, a zatem można uważać, że konstrukcja ta dała początek motoryzacji (Podziemski i Bałut 2004).

Autorzy porównali trzy paliwa gazowe możliwe do zastosowania w pojazdach jako zamienniki ropopochodnych paliw ciekłych, są to CNG (*Compressed Natural Gas*), LNG (*Liquefied Natural Gas*) oraz LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Do przeprowadzenia badań wykorzystano metodę analizy SWOT.

1. Analiza SWOT

1.1. Compressed Natural Gas

Gaz ziemny w postaci CNG jest sprężoną, do ciśnienia 20–25 MPa, mieszaniną węglowodorów składającą się w około 80–90% z metanu (Kumar i in. 2011). Służy on do zasilania pojazdów silnikowych zarówno z zapłonem iskrowym, jak i z samoczynnym. Wartość energetyczna 1 m³ gazu w warunkach normalnych jest w przybliżeniu równa 1 litrowi benzyny. Gęstość gazu ziemnego zależy od jego składu i wynosi w przybliżeniu 0,7 kg/m³.

Silne strony

W porównaniu do benzyny czy oleju napędowego, CNG jest jednym z najtańszych ogólnodostępnych paliw. Przykładowo na stacji tankowania w Rzeszowie w lipcu 2014 roku cena m³ gazu w postaci sprężonej wynosiła 3,37 zł (tj. 93 zł/GJ), czyli mniej niż za benzynę (5,49 zł/l tj. 172 zł/GJ), czy olej napędowy (5,26 zł/l tj. 146 zł/GJ) (MPK Rzeszów 2014).

Czas tankowania pojazdu gazem w procesie tzw. szybkiego tankowania porównywalny jest z czasem tankowania konwencjonalnych paliw.

Zaletą gazu ziemnego jest możliwość dostarczania go do stacji tankowania siecią gazociągów, która na terenie Polski jest dość dobrze rozwinięta. Eliminuje to potrzebę transportu gazu autocysternami, który jest mniej bezpieczny i droższy.

Sprężony gaz ziemny to przede wszystkim paliwo ekologiczne. W porównaniu do benzyny gaz ziemny jest nietoksyczny, nie powoduje korozji i nie zanieczyszcza wód podziemnych. W tabeli 1 porównano poziom emisji zanieczyszczeń z silnika zasilanego olejem napędowym i sprężonym gazem ziemnym. W trakcie pracy silnik wykorzystujący gaz ziemny emituje zdecydowanie mniejszą ilość zanieczyszczeń do atmosfery.

TABELA 1. Emisja związków toksycznych autobusu miejskiego

TABLE 1. Toxic compounds emitted from city bus

Składnik spalin	Wartość emisji spalin [g/kWh]	
	silnik zasilany olejem napędowym	silnik zasilany sprężonym gazem ziemnym
Tlenki azotu	13,4	2,9
Tlenek węgla	4,6	0,3
Cząsteczki stałe	0,3	0,06

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Gronowicz 2004)

Silniki zasilane CNG są mniej hałaśliwe niż konwencjonalne, ponieważ sprężony gaz ziemny posiada znacznie wyższą liczbę oktanową, przez co paliwo spalane jest wolniej. Badania potwierdzają zmniejszenie poziomu hałasu dla pojazdów NGV w granicach 1–3 dB. W praktyce oznacza to, że z odległości 7 m od przejeżdżającego pojazdu hałas jest mniejszy o około 40% dla pojazdów NGV w porównaniu z pojazdami posiadającymi silnik wysokoprężny (PGNiG 2014). Z punktu widzenia zewnętrznego odbiorcy daje to wrażenie aż dwukrotnie mniejszego hałasu.

Zasadniczą cechą gazu sprężonego jest wysoka temperatura zapłonu wynosząca 630°C. Ponadto gaz CNG charakteryzuje się wyższą w porównaniu z benzynami wartością dolnej granicy wybuchowości wynoszącą 5% (najniższe stężenie w mieszance z powietrzem, przy którym może nastąpić wybuch), w przypadku benzyn jest to około 1% mieszanki z powietrzem. Ma to wpływ na poziom bezpieczeństwa wykorzystania paliwa w pojeździe.

Gaz ziemny charakteryzuje się mniejszą gęstością od powietrza, co sprawia, że w przypadku rozszczelnienia zbiornika gaz ulega rozproszeniu w powietrzu, nie zalegając przy podłożu jak to ma miejsce w przypadku LPG, dlatego ryzyko wystąpienia wybuchu jest mniejsze. Instalacja sprężonego gazu ziemnego jest bezpieczniejsza dla silnika samochodu od instalacji LPG, gdyż

nie ingeruje ona tak drastycznie w system wtryskowy silnika benzynowego, przez co poszczególne jego części nie zużywają się tak szybko.

Z roku na rok rośnie liczba modeli, a tym samym dostępność pojazdów seryjnie wyposażonych w instalację CNG, co sprzyja wzrostowi ich popularności.

Dla użytkowników istotne jest, że obecna stawka podatku akcyzowego dla CNG przeznaczonego do napędu silników, jest niższa od stawki, którą objęto paliwa ropopochodne.

CNG w przeciwieństwie do LPG nie jest produktem przerobu ropy naftowej, co też ma kluczowe znaczenie, biorąc pod uwagę aspekt ekologiczny (produkcja LPG powiązana jest bezpośrednio z wysokoemisyjnym procesem rafinacji).

Słabe strony

Jednym z głównych ograniczeń rozwoju CNG w Polsce jest brak zaawansowanej infrastruktury tankowania oraz zamykanie kolejnych istniejących stacji. Jednocześnie przy tak małej liczbie stacji (27 – stan na 1 sierpień 2014) tylko kilka z nich jest czynnych całodobowo.

Istotnego znaczenia nabiera fakt, że na jednym tankowaniu samochodu z instalacją CNG przejedziemy krótszy dystans niż samochodem ze zbiornikiem o tej samej pojemności, napędzanym benzyną. Jednak warto zauważyć, że nie jest to problem dotyczący tylko instalacji CNG, choć tu jest najbardziej widoczny, ale również pozostałych instalacji gazowych.

Wysokie ciśnienie gazu i zmiany gęstości spowodowane zmianami temperatury w czasie tankowania nakładają na użytkowników pojazdów zasilanych CNG wymóg przeprowadzenia dodatkowych specjalistycznych czynności serwisowych i badań kontrolnych, co wiąże się z poniesieniem dodatkowych kosztów (Raslavic i in. 2013). Jednocześnie instalacja CNG montowana w samochodach jest o około 2–3 tysiące złotych droższa od instalacji LPG. Ponadto zbiorniki CNG zajmują więcej miejsca niż zbiorniki LPG, a z powodu wysokiego ciśnienia panującego wewnątrz zbiornika CNG ich konstrukcja wymaga zastosowania grubszych ścianek, co przekłada się na ich większą masę.

W przypadku silników z zapłonem samoczynnym przystosowanie ich do zasilania sprężonym gazem ziemnym wymaga instalacji iskrowego układu zapłonowego lub wtryskiwania niewielkiej dawki oleju napędowego do komory spalania z jednoczesnym wtryskiem CNG do kolektora dolotowego. Sprawność silników zasilanych sprężonym gazem ziemnym jest niższa niż silników z zapłonem samoczynnym, co wpływa na 15–20% większe zużycie paliwa niż w przypadku silników Diesla.

Istotną wadą procesu „szybkiego tankowania” jest wzrost temperatury gazu, który obniża jego gęstość o około 18–26% w stosunku do gazu zatłaczanego do zbiornika paliwa w pojeździe w procesie tzw. wolnego tankowania (Raslavic i in. 2013). Zmiana gęstości wpływa niekorzystnie na wartość energetyczną gazu na jednostkę objętości, a tym samym przekłada się na mniejszą ilość przejechanych kilometrów na jednym zbiorniku.

Szanse

Zapewne silnym wsparciem rozwoju rynku CNG w Europie, a tym samym w Polsce, będzie Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych COM(2013)18 (założenia do 2020 r.), która wejdzie w skład pakietu „Czysta energia dla transportu”. Projekt dyrektywy nakłada na państwa członkowskie obowiązek roz-

woju infrastruktury tankowania CNG do końca 2020 roku (Dyrektywa...2013). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego zakłada, że maksymalna odległość między stacjami uzupełniania paliwa CNG na terenie Unii Europejskiej nie może być większa niż 150 km (Dyrektywa... 2003).

Przejsie na zasilanie gazem ziemnym może pozwolić na osiągnięcie celów postawionych przez UE w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń atmosfery.

Dużą szansę dla rozwoju infrastruktury CNG w Polsce stanowi perspektywa wydobycia gazu ze złóż niekonwencjonalnych (Gawlik 2013).

Jednocześnie do 2022 roku możliwe jest przywrócenie zerowej stawki akcyzy na CNG i utrzymanie jej do końca 2029 roku na poziomie 50% minimalnej stawki akcyzowej według Dyrektywy Rady nr 2003/96/WE (Dyrektywa...2003).

Zagrożenia

Głównym zagrożeniem dla rozwoju pojazdów zasilanych CNG są ciągle rosnące ceny sprężonego gazu ziemnego w punktach uzupełniania paliwa. Ponadto Polska znaczne jego ilości importuje z kierunku wschodniego. Wysoki poziom uzależnienia od Rosji w zakresie dostaw gazu zwiększa ryzyko niestabilności cen tego surowca. Porównując sytuację na przestrzeni 2005–2013, można zauważyć, że w latach ubiegłych różnica pomiędzy cenami paliw (CNG i ropopochodnych) zmniejsza się. Jest to zjawisko ograniczające rozwoju rynku CNG (Kaliski i Szurlej 2008).

Analizując rozwój rynków paliw w poszczególnych krajach UE, warto podkreślić, że jest on uzależniony między innymi od polityki fiskalnej państw (Orzechowska i in. 2014). Niekorzystna w tym zakresie polityka polskiego rządu to kolejny istotny problem stanowiący barierę rozbudowy floty CNG. Dla rozwoju wykorzystania sprężonego gazu ziemnego niezbędna jest długoterminowa (utrzymująca się przez kilka lat) stabilność przepisów podatkowych (Kaliski i Szurlej 2008).

1.2. Liquefied Natural Gas

Skroplony gaz ziemny – LNG jest najczystsza postacią gazu ziemnego i zwykle zawiera ponad 98% metanu (Kumar i in. 2011). Gaz ziemny w postaci skroplonej jest gazem bezbarwnym i bezwonny. Proces upłynniania gazu ziemnego w celu uzyskania LNG wymaga ochłodzenia gazu do temperatury -163°C . Z uwagi na niską temperaturę konieczne jest stosowanie zbiorników kriogenicznych. Jedna czwarta gazu ziemnego, którym handluje się na skalę światową, jest transportowana właśnie w postaci LNG.

Silne strony

Proces skraplania gazu ziemnego wiąże się z jego bardzo dokładnym oczyszczeniem z takich składników jak ditlenek węgla, azot, propan, butan, wilgoć, hel itp. Co istotne, LNG może pomóc w sposób efektywny spełnić coraz bardziej rygorystyczne normy środowiskowe, przy

kosztach porównywalnych lub niższych niż wynikające z użycia instalacji oczyszczania spalin w separatorach czy katalizatorach. W postaci skroplonej gaz ziemny zajmuje około 630-krotnie mniejszą objętość, co sprzyja ekonomice jego transportu. Transport lądowy związany jest z magazynowaniem i przewiezieniem LNG w zbiornikach kriogenicznych zwykle pod niskim ciśnieniem, między 0,35 a 1,05 MPa (Bagniewski 2011).

Czas tankowania zbiornika paliwem LNG jest porównywalny z czasem tankowania paliw konwencjonalnych. W jedną minutę można napełnić zbiornik o pojemności około 50 dm³.

LNG jest paliwem o bardzo wysokiej liczbie oktanowej wynoszącej 130, co wpływa korzystnie na kulturę pracy silnika. Ponadto tak duża odporność na spalanie detonacyjne pozwala na wyraźne podniesienie stopnia sprężania mieszanki paliwowo-powietrznej w silniku, korzystnie wpływając na moc silnika.

Paliwo LNG jest bezpieczniejsze od pozostałych paliw. Rozszczelnienie butli gazowej z CNG lub LPG może doprowadzić do zapłonu gazu, podczas gdy wypływ LNG z butli nie spowoduje jego natychmiastowego zapłonu, gdyż zmiana stanu skupienia gazu LNG wymaga znacznej ilości energii, co utrudnia uzyskanie wymaganego do zapłonu stężenia gazu w powietrzu.

Dużą zaletą pojazdów zasilanych LNG jest ich łatwość rozruchu na zimno i mniejszą zdolność do osadzania węgla w cylindrze. Jednocześnie stosowanie paliwa gazowego nie prowadzi do rozcieńczenia oleju smarującego, jak to ma miejsce w przypadku paliwa ciekłego, co ma korzystny wpływ na ścieranie części silnika, zmniejszając jego awaryjność i przedłużając żywotność.

LNG może być w łatwy sposób dostarczony specjalnymi cysternami do miejsc, gdzie nie ma systemu sieci gazociągów.

Słabe strony

Kontakt ze skórą skroplonego gazu ziemnego o temperaturze -163°C niesie ze sobą niebezpieczeństwo poparzenia, dlatego wszelkie czynności prowadzone z użyciem LNG, w tym tankowanie, wymagają stosowania środków ochrony indywidualnej, w tym szczególnie rękawic ochronnych i osłony na twarz.

Obecnie na terenie kraju funkcjonują tylko dwie stacje tankowania LNG, co jest zdecydowanie niewystarczającą ilością stanowiącą największe ograniczeniem rozwoju rynku pojazdów LNG w Polsce (stan na 1.08.2014). Tym bardziej, że stacja tankowania w Odolanowie jest wyłączona z użytku publicznego (CNG Auto 2014). Ponadto tempo rozbudowy infrastruktury tankowania LNG jest znacznie wolniejsze niż szybkość wzrostu rynku pojazdów zasilanych LNG.

Skroplony gaz ziemny przechowywany w zbiorniku kriogenicznym pojazdu ulega wolnemu odparowaniu, przechodząc w stan gazowy. Powstały gaz jest zużywany przez silnik pojazdu, jednak gdy pojazd nie jest używany przez dłuższy okres, to powstający gaz powoduje wzrost ciśnienia w zbiorniku. Zbiorniki LNG nie są zbiornikami wysokociśnieniowymi, tak jak zbiorniki CNG, dlatego są wyposażone w zawór bezpieczeństwa, który otwiera się w przypadku przekroczenia ciśnienia granicznego, wypuszczając nadmiar gazu ze zbiornika do atmosfery – powodując jej zanieczyszczenie. Stanowi to zagrożenie w przypadku gdy pojazd znajduje się w zamkniętym pomieszczeniu, dlatego pomieszczenia te muszą być wyposażone w specjalny system zapobiegający gromadzeniu się gazu.

Produkcja paliwa LNG, z uwagi na proces skraplania gazu, wiąże się z poniesieniem wyższych kosztów niż produkcja gazu CNG. Jednocześnie stacje tankowania LNG muszą być wyposażone w system chłodzenia paliwa, co wiąże się z poniesieniem wyższych nakładów finansowych na ich budowę.

Szanse

Największą szansą dla rozwoju floty pojazdów zasilanych LNG w Polsce jest budowa terminala LNG w Świnoujściu, który ma być jednym z najważniejszych elementów dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski.

W grudniu 2013 r. władze Warszawy podpisały umowę na dostawę 35 autobusów marki Solbus napędzanych ciekłym gazem ziemnym (Transport publiczny 2014). Pojazdy te mają trafić na ulice miasta już w 2015 r. Jednocześnie zostanie zbudowana stacja do tankowania pojazdów LNG. Stacja ta ma być największą stacją tankowania w Europie. Co więcej, będzie na niej można zatankować również gaz LCNG (*Liquid to Compressed Natural Gas* – gaz sprężony, który uzyskany został ze skroplonej postaci), ponieważ ma zostać ona wyposażona w moduł regazyfikacji (Gazeo 2014). W planach jest również budowa stacji w Olsztynie, gdzie po ulicach miasta od października 2013 r. porusza się 11 autobusów zasilanych LNG.

Zagrożenia

Największym zagrożeniem dla wykorzystania LNG w transporcie jest rozwój pojazdów wykorzystujących CNG i energię elektryczną oraz możliwa popularyzacja w przyszłości pojazdów wyposażonych w ogniwa paliwowe zasilane wodorem. Rosnąca popularność pojazdów CNG, z uwagi na liczne zalety tego paliwa, może skutecznie zablokować dalszy rozwój LNG w Polsce. Tak samo ekologiczne zalety pojazdów elektrycznych – wraz z rozwojem technologii magazynowania energii elektrycznej – znacznie ograniczą w przyszłości konkurencyjność pojazdów zasilanych gazem, w tym LNG. A w dalszej przyszłości dotyczy to także pojazdów zasilanych energią wytwarzaną w ogniwach paliwowych.

Ponadto koncerny paliwowe nie są zainteresowane rozwojem rynku paliw alternatywnych, co znacznie utrudnia ich rozwój. Jednocześnie paliwa gazowe obłożone są opłatą akcyzową, której stawka może zostać w przyszłości podwyższona.

1.3. Liquefied Petroleum Gas

Jak wspomniano we wstępie, gaz płynny LPG będący mieszaniną propanu i butanu jest najbardziej powszechnie stosowanym w transporcie krajowym paliwem alternatywnym. Otrzymywany jest głównie w procesie rafinacji ropy naftowej, jako najlżejsza jej frakcja. W Europie znaczne ilości gazu otrzymuje się także w procesie separacji przy wydobyciu gazu ziemnego z tzw. mokrych złóż gazu zlokalizowanych na Morzu Północnym (Szurlej 2005). Skala wykorzystania LPG w kraju (2 757 tys. pojazdów zasilanych LPG) zapewnia Polsce drugą pozycję w skali światowej, zaraz po Turcji (RRPOGP 2014).

Silne strony

Największą zaletą paliwa LPG jest niewielka emisja zanieczyszczeń w czasie jego spalania – mniejsza niż w przypadku paliw konwencjonalnych. Jednak to dzięki konkurencyjnej cenie, zdecydowanie niższej od cen benzyn czy oleju napędowego, paliwo to zdobyło dużą popularność w Polsce. Dynamiczny rozwój infrastruktury sprawił, że dzisiaj nie ma problemu z zatankowaniem pojazdu wyposażonego w instalację LPG, gdyż praktycznie na każdej stacji tankowania w kraju znajdziemy dystrybutor LPG.

Zbiorniki na gaz LPG nie są zbiornikami wysokociśnieniowymi, a tym samym są lżejsze od zbiorników na sprężony gaz ziemny, jednocześnie mogą być wykonane z tańszych materiałów – między innymi takich jak stal węglowa, co w przypadku zbiorników LNG nie jest możliwe.

LPG posiada wyższą liczbę oktanową niż benzyna, w zależności od składu paliwa mieści się ona w przedziale od 90 do 120. Ponadto gaz płynny w porównaniu z gazem ziemnym jest około 2,5 razy bardziej kaloryczny (wartość opałowa dla propanu wynosi 91,1 MJ/m³, a dla butanu 118,5 MJ/m³).

Słabe strony

Montaż instalacji LPG w pojeździe jest kosztowny. Dziś najczęściej montuje się instalacje o wartości od 2000 do 3000 zł w samochodach produkowanych w latach 2000–2006 (Gabas 2014). Jednocześnie duże rozmiary butli zmniejszają przestrzeń użytkową samochodu. Pojazdy wyposażone w instalację LPG muszą częściowo korzystać z benzyny, gdyż ze względów technicznych rozruch i rozgrzanie silnika powinno odbywać się przy zasilaniu benzyną.

Gaz płynny jest około dwukrotnie cięższy od powietrza, dlatego w razie nieszczelności gaz będzie gromadził się w najniższym punkcie, co w połączeniu z przedziałem granicy palności od około 1,8% do 9,35% (niższym niż w przypadku gazu ziemnego) sprawia, że nawet niewielki wyciek stanowi zagrożenie. Z tego powodu posiadacze pojazdów zasilanych LPG muszą liczyć się z zakazem wjazdu na niektóre parkingi podziemne (Małopolskie 2014).

Szanse

W przeciwieństwie do CNG i LNG istnieje możliwość samodzielnego uzupełnienia niedoboru paliwa w pojeździe.

Stosowanie LPG to również zmniejszenie emisji zanieczyszczeń z sektora transportu.

Zagrożenia

Niepokojący jest spadek liczby punktów tankowania autogazu z 5 900 w 2010 roku do 5 520 w roku 2013, co spowodowane jest zamykaniem kolejnych małych stacji, które w swojej ofercie posiadały tylko LPG (RRPOGP 2014). Sprzyja temu również zmiana struktury floty pojazdów w Polsce. Rośnie liczba pojazdów z silnikiem o zapłonie samoczynnym oraz maleje średnia wieku pojazdów. Jednocześnie ciągle rosnące ceny przeglądów instalacji LPG, które powinny być dokonywane co 15–30 tys. km, zniechęcają potencjalnych użytkowników do montażu instalacji LPG w swoim pojeździe.

1.4. Zestawienie wyników analiz

W ramach podsumowania przeprowadzonej analizy zestawiono wyniki (tab. 2 i 3).

TABELA 2. Analiza SWOT – CNG i LNG

TABLE 2. SWOT analysis – CNG and LNG

<i>Gaz ziemny do pojazdów</i> – CNG i LNG	
<p>Silne strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ konkurencyjna cena, ✧ czas tankowania porównywalny z czasem tankowania paliw konwencjonalnych, ✧ transport dobrze rozwinięta w Polsce siecią gazociągów, ✧ ekologia, ✧ wysoka temperatura zapłonu, ✧ wyższa niż w przypadku benzyn dolna granica wybuchowości, ✧ przy rozszczelnieniu zbiornika gaz ulega rozproszeniu, nie zalega przy podłożu jak LPG, ✧ instalacja CNG bezpieczniejsza dla silnika od instalacji LPG, ✧ różnorodność modeli pojazdów CNG, ✧ najniższa stawka podatku akcyzowego, ✧ nie jest produktem przerobu ropy naftowej, ✧ LNG bardzo dokładnie oczyszczony w procesie skraplania, ✧ ekonomika transportu LNG, ✧ wysoka liczba oktanowa, ✧ łatwość rozruchu „na zimno” w pojazdach LNG. 	<p>Słabe strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ brak rozwiniętej infrastruktury tankowania, zamykanie kolejnych już istniejących stacji, ✧ mniejszy zasięg pojazdu na jednym tankowaniu, ✧ dodatkowe czynności serwisowe, ✧ koszty instalacji wyższe niż w przypadku instalacji LPG, ✧ zbiornik większy niż w przypadku LPG, ✧ trudności przystosowania pojazdów do instalacji CNG, ✧ „szybkie tankowanie” obniża gęstość gazu, ✧ możliwość oparzeń przy kontakcie LNG ze skórą, ✧ technologia LNG wymaga dużych nakładów finansowych.
<p>Szanse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady COM(2013)18, ✧ osiągnięcie celów w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń, ✧ perspektywy krajowego wydobycia gazu ze złóż niekonwencjonalnych, ✧ możliwość przywrócenia zerowej stawki podatku akcyzowego, ✧ wzrost popularności LNG, ✧ budowa stacji tankowania LNG w Warszawie i Olsztynie, ✧ budowa terminala LNG w Świnoujściu. 	<p>Zagrożenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ rosnące ceny gazu ziemnego, ✧ wzrost stopnia uzależnienia od dostaw gazu z Rosji, ✧ niekorzystna krajowa polityka fiskalna.

TABELA 3. Analiza SWOT – LPG

TABLE 3. SWOT analysis – LPG

<i>Gaz ziemny do pojazdów</i> – LPG	
<p>Silne strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ najbardziej rozpowszechniona alternatywna forma zasilania pojazdów w Polsce, ✧ duża liczba stacji tankowania LPG na terenie kraju, ✧ mniejsza ilość emisji zanieczyszczeń do atmosfery, ✧ konkurencyjna cena, ✧ zbiorniki LPG lżejsze niż zbiorniki na sprężony gaz ziemny, ✧ wyższa liczba oktanowa niż w przypadku benzyny, ✧ wysoka kaloryczność. 	<p>Słabe strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ kosztowny montaż instalacji, ✧ duże rozmiary zbiornika zmniejszają przestrzeń użytkową, ✧ uzależnienie rozruchu pojazdu od benzyny, ✧ niewielki wyciek stanowi zagrożenie, ✧ zakaz wjazdu na niektóre parkingi podziemne.
<p>Szanse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ istnieje możliwość samodzielnego zatankowania swojego pojazdu, ✧ redukcja emisji zanieczyszczeń z sektora transportu. 	<p>Zagrożenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✧ spadek liczby stacji tankowania, ✧ zmiana struktury floty pojazdów w Polsce, ✧ rosnące ceny przeglądów instalacji.

Podsumowanie

Przemyslenia oraz zaprezentowane w niniejszym artykule wyniki zwracają uwagę na problematykę oddziaływania sektora transportu drogowego na stan zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Zestawiono aspekty ekonomiczne i ekologiczne w zakresie wykorzystania gazu ziemnego jako paliwa alternatywnego w Polsce. Stosowanie gazu ziemnego pozwala zmniejszyć emisję związków szkodliwych oraz koszty eksploatacji w porównaniu do jednostek spalinyowych napędzanych tradycyjnymi paliwami ciekłymi. Rosnące ceny paliw konwencjonalnych i szczypliwość surowców energetycznych zmuszają do poszukiwania alternatyw. Pomimo mnogości zalet rozwój rynku NGV w Polsce jest znikomy.

Literatura

- [1] BAGNIEWSKI, M. 2011. LNG – właściwości i zastosowanie cz. 1. *The Maritime Worker* nr 5 (30).
- [2] CNG Auto, 2014 – Rozwój infrastruktury tankowania LNG/CNG. <http://cng.auto.pl/forum/rozwój-infrastruktury-tankowania-lng-cng-t905.html> [dostęp: 25.06.2014 r.]
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24.1.2013 r. w sprawie rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych COM(2013)18.

- [4] Dyrektywa Rady nr 2003/96/WE z dnia 27 października 2003 r. w sprawie restrukturyzacji wspólnotowych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej.
- [5] Gabas, 2014 – Więcej o LPG. <http://www.gabas.pl/wiecej-o-lpg/> [dostęp: 25.06.2014 r.]
- [6] GAWLIK, L. 2013. *Shale gas in Poland – report. Gaz ziemny z łupków w Polsce – raport*. Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej. Wyd. Instytutu GSMiE, Warszawa.
- [7] Gazeo, 2014 – Największa w Europie stacja LNG dla autobusów miejskich. <http://www.gazeo.pl/nabiezaco/wiadomosci/2014/Najwieksza-w-Europie-stacja-LNG-dla-autobusow-miejskich,wiadomosc,7894.html> [dostęp: 13.07.2014 r.]
- [8] GRONOWICZ, J. 2004. *Ochrona środowiska w transporcie drogowym*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Poznań-Radom.
- [9] KALISKI M. i SZURLEJ A. 2008 – Perspektywiczne segmenty krajowego rynku gazu ziemnego. *Wiertnictwo, Nafta, Gaz* t. 25, s. 349–358.
- [10] KUMAR i in. 2011 – KUMAR, S., KWON, H., LIM, W., CHO, J.H., TAK, K. i MOON I. 2011. LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development. *Applied Energy* vol. 88, issue 12.
- [11] Małopolskie, 2014 – Właściwości fizyko-chemiczne gazu LPG. <http://www.malopolskie.pl/Pliki/2009/Fizyko-chemiaLPG.pdf> [dostęp: 11.07.2014 r.]
- [12] MPK Rzeszów, 2014 – Informacje z oficjalnej strony internetowej MPK Rzeszów. <http://www.mpk.rzeszow.pl/> [dostęp: 16.07.2014 r.]
- [13] NGV, 2014a – Informacje pobrane ze strony internetowej www.ngvaeurope.eu. <http://www.ngvaeurope.eu/worldwide-ngv-statistics> [dostęp: 11.07.2014 r.]
- [14] NGV, 2014b – Informacje pobrane ze strony internetowej www.ngvaeurope.eu. <http://www.ngvaeurope.eu/european-ngv-statistics> [dostęp: 11.07.2014 r.]
- [15] ORZECHOWSKA i in. 2014 – ORZECHOWSKA, M., FILIP M. i SZURLEJ, A. 2014. Wybrane aspekty ekonomiczne i ekologiczne wykorzystania CNG w komunikacji miejskiej – doświadczenia MPK Rzeszów. *Logistyka* 4/2014.
- [16] PGNiG, 2014 – Ekologia i ekonomia. <http://www.pgnig.pl/dlaauta/eko> [dostęp: 11.07.2014 r.]
- [17] PODZIEMSKI, T. i BAŁUT, H. 2004. Samochody z napędem CNG znaczącym segmentem rynku gazu ziemnego. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 7–8.
- [18] RASLAVIC i in. 2013 – RASLAVIC, L., KERSYS, A., MOCKUS, S., KERSIENE, N. i STAREVICIUS, M. 2013. Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 32, issue C.
- [19] RRPOGP, 2014 – Raport Roczny Polskiej Organizacji Gazu Płynnego. http://www.pogp.pl/mbsite/userUpload/raporty/Raport_Roczny_POGP_2013_light.pdf [dostęp: 11.07.2014 r.]
- [20] SZURLEJ, A. 2005. Krajowy rynek LPG na tle wybranych państw. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 8, z. spec.
- [21] Transport publiczny, 2014 – 35 autobusów Solbus na LNG trafi do Warszawy. <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/35-autobusow-solbus-na-lng-trafi-do-warszawy-949.html> [dostęp: 13.07.2014 r.]
- [22] WAROWNY, W. i TKACZ A. 2001. Gaz ziemny i jego charakterystyka jako paliwa do pojazdów kołowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 8.

Monika ORZECZOWSKA, Dominik KRYZIA

SWOT analysis of natural gas used for road transportation in Poland

Abstract

This article describes issues concerning the use of natural gas in Polish road transportation. The increase in the number of vehicles in Poland, especially in large urban agglomerations, has resulted in constant growth in pollution emissions. The objective of this study is to draw attention to the problem of public transportation systems' influence on the pollution of the environment. Taking into account environmental and economic aspects, a SWOT analysis was performed. SWOT analysis is a decision support tool providing a systematic analysis which helps to identify strengths and weaknesses, as well as potential opportunities and threats. After determining these factors, it is possible to examine in detail the case of natural gas usage in vehicles. The first part of this article describes the aspects of the use of natural gas in two forms – compressed (CNG – Compressed Natural Gas) and liquefied (LNG – Liquefied Natural Gas). Next, in order to compare different fuels, the article analyzes the importance of the most popular gas fuel in the national transport system – the alternative fuel LPG (Liquefied Petroleum Gas).

KEY WORDS: CNG, LNG, LPG, natural gas, SWOT analysis