



Zbigniew Rusak

# Autobusy LNG w warszawskiej komunikacji miejskiej

Solbus Solcity 18 LNG na skrzyżowaniu al. Jerozolimskich z ul. Nowy Świat

**Projekt wprowadzenia autobusów i paliwa LNG w największej polskiej spółce komunikacji miejskiej, warszawskich MZA, został zrealizowany przez nowego gracza na rynku autobusowym – Lider Trading. Ta spółka od jesieni 2014 r. jest producentem autobusów marki Solbus, w tym 35 autobusów zasilanych LNG w barwach stołecznego przewoźnika.**

Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI w. [2] zakłada zmniejszenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko naturalne oraz poprawę efektywności energetycznej środków transportu. Miasta europejskie podejmują liczne działania zmierzające do ograniczenia wykorzystania pojazdów zasilanych olejem napędowym oraz wprowadzenia rozwiązań wolnych od emisji toksycznych substancji [por. np. 6, 10]. Działania te są wspierane przez Komisję Europejską, która wdraża inicjatywy mające sprzyjać rozwojowi miast oraz zmianie wzorców mobilności. Przyczyniać się one mają do bardziej zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich oraz realizacji celów UE, związanych z tworzeniem konkurencyjnego i zasobooszczędnego europejskiego systemu transportowego.

W osiągnięciu celów europejskiej polityki transportowej istotne znacznie ma stosowanie paliw i napędów alternatywnych w komunikacji miejskiej. Są one bowiem postrzegane jako możliwość ograniczenia emisji toksycznych substancji z autobusów, a w konsekwencji – poprawy jakości życia w miastach i aglomeracjach.

W ostatnich latach samorządy miast w Polsce są w coraz większym stopniu zainteresowane wprowadzeniem napędów alternatywnych w komunikacji miejskiej oraz gospodarce komu-

nalnej. Przykładem może być zakup autobusów napędzanych skroplonym gazem ziemnym przez Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie.

## Paliwa alternatywne w transporcie

W 2013 r. opublikowany został komunikat Komisji Europejskiej, dotyczący europejskiej strategii mającej na celu wzrost wykorzystania w sektorze transportu Unii Europejskiej paliw ze źródeł alternatywnych [8]. Uzasadnieniem podjęcia prac nad tą strategią są negatywne skutki gospodarcze i środowiskowe stosowania paliw ropopochodnych. W 2010 r. 94% energii w transporcie pochodziło z ropy naftowej. Sektor ten był jej największym użytkownikiem, gdyż zużył 55% ogółu był tego surowca. Aż 84% ropy naftowej pochodziło spoza Unii Europejskiej, co prowadziło do powstania znacznego deficytu w bilansie handlowym, wynoszącego około 2,5% PKB. Przyjęta strategia, mająca na celu stopniowe zastępowanie ropy naftowej paliwami alternatywnymi i rozbudowę niezbędnej infrastruktury, mogłaby przynieść – jak wynika z analiz przeprowadzonych na potrzeby Komisji Europejskiej – znaczne oszczędności oraz pozytywnie wpływać na gospodarkę europejską i rynek pracy. Przewoduje się, że wsparcie rozwoju rynku paliw alternatywnych i inwestycje w ich infrastrukturę przyczynią się do powstania szerokiego wachlarza miejsc pracy w UE. Paliwa alternatywne, o niskiej emisji CO<sub>2</sub>, są ważnym czynnikiem stopniowego obniżenia emisyjności transportu, stanowiącego podstawowy cel strategii „Europa 2020” [7] oraz europejskiej polityki transportowej [2], dotyczący redukcji do 2050 r. o 60% emisji CO<sub>2</sub> w transporcie. Zastosowanie takich paliw będzie miało również korzystny wpływ na zdolność obszarów miejskich do spełnienia unijnych zobowiązań w zakresie jakości powietrza.

**Tab. 1. Zastosowanie głównych paliw alternatywnych w poszczególnych rodzajach transportu i w zależności od długości przewozu [8]**

Paliwo	Rodzaj transportu										
	Drogowy						Lotniczy	Kolejowy	Wodny		
	Pasażerski			Towarowy					Śródlądowy	Morski	
	Bliski	Średni	Daleki	Bliski	Średni	Daleki	Bliski	Daleki			
LPG											
Gaz ziemny	LNG										
	CNG										
Energia elektryczna											
Biopaliwa											
Wodór											

Rozwój rynku paliw alternatywnych – jak podkreślono w strategii [8] – jest hamowany przez niedociągnięcia technologiczne i handlowe, brak akceptacji ze strony konsumentów i brak odpowiedniej infrastruktury. Obecne wysokie koszty innowacyjnych zastosowań paliw alternatywnych są w dużej mierze następstwem tych niedociągnięć. W tej sytuacji, kreując strategię, wykorzystano wyniki prac realizowanych wspólnie z przemysłem, organami publicznymi i społeczeństwem obywatelskim.

Znaczenie dostępnych paliw alternatywnych jest różne w poszczególnych rodzajach transportu. Zależy ono także od odległości przewozu. Największe korzyści są możliwe do osiągnięcia na obszarach miejskich. W drogowym transporcie ładunków oraz w transporcie lotniczym możliwości takie są ograniczone (tab. 1). W tej sytuacji uznano, że nie istnieje jedno uniwersalne rozwiązanie w zakresie paliw i należy uwzględniać warianty odnoszące się do wszystkich głównych paliw alternatywnych, koncentrując się na potrzebach poszczególnych rodzajów transportu. Strategiczne podejście UE do zaspokajania długoterminowych potrzeb wszystkich rodzajów transportu musi się zatem opierać na pełnym zestawie paliw alternatywnych, bez preferowania żadnego z nich, zachowując neutralność pod względem technologicznym. Zapewnić jednak należy ogólnounijną dostępność i wspólne specyfikacje techniczne.

Wśród paliw alternatywnych szczególne znaczenie ma gaz ziemny. Można go pozyskiwać z wielkich rezerw paliw kopalnych, z biomasy i z odpadów jako biometan, przy czym powinien on pochodzić ze źródeł spełniających kryteria zrównoważonej produkcji, zaś w przyszłości możliwe będzie również otrzymywanie gazu ziemnego w drodze „metanizacji” wodoru uzyskanego przy produkcji odnawialnej energii elektrycznej. Wszystkie rodzaje gazu ziemnego można wprowadzać do jednej sieci tego gazu, umożliwiając dostarczanie go z jednego źródła. Gaz ziemny stanowi długoterminową perspektywę pod względem bezpieczeństwa dostaw w transporcie i ma wielki potencjał, jeśli chodzi o wkład w zróżnicowanie paliw transportowych. Daje również znaczne korzyści dla środowiska, zwłaszcza w przypadku zmieszania go z biometanem.

Gaz ziemny w postaci skroplonej (LNG) o wysokiej gęstości energetycznej stanowi, dzięki niższym emisjom zanieczyszczeń i CO<sub>2</sub> oraz wyższej efektywności energetycznej, opłacalną alternatywę dla oleju napędowego – zarówno w transpor-

cie pasażerskim, jak i towarowym. Uczynienie z LNG towaru powszechnie stosowanego w świecie może poprawić ogólne bezpieczeństwo dostaw energii dzięki zwiększeniu wykorzystania gazu ziemnego jako paliwa w transporcie. Wykorzystanie LNG w transporcie może również podnieść wartość gazu do tej pory spalanego na wolnym powietrzu.

### Autobusy LNG w MZA Warszawa

Pierwsze autobusy na LNG pojawiły się w stolicy Polski w połowie stycznia br., a ostatnie 5 dojechało na początku lutego. Autobusy LNG na razie tankowane są ze stacji mobilnych LNG – kriogenicznych cystern wyposażonych w pompy do przetłaczania skroplonego gazu do zbiorników autobusowych. Mobilne stacje są w pełni zautomatyzowane, a ich obsługą zajmują się przeszkoleni pracownicy MZA. Każda operacja tankowania autobusu jest zapisywana w systemie ewidencji zużycia paliwa, stosowanym przez stołeczny przewoźnika. Dzięki temu MZA mają pełną informację o spalaniu i mogą zweryfikować opłacalność nowego paliwa w stosunku do oleju napędowego.

Gaz ziemny w postaci skroplonej jest tym samym paliwem, co znane od kilku dekad i używane w kilkunastu miastach Polski paliwo CNG. Autobusy LNG mają te same silniki co autobusy na CNG, gdyż gaz skroplony ulega w instalacji paliwowej odparowaniu i trafia do silnika tak, jak CNG w postaci gazowej. Technologie te różnią się jedynie sposobem redukcji objętości gazu ziemnego, który w pojazdach CNG jest sprężony do ciśnienia 200 atmosfer, natomiast w kriogenicznych zbiornikach LNG jest w postaci ciekłej, schłodzony poniżej -120°C. Technologia LNG ma jednak przewagę nad CNG. Paliwo LNG jest cieczą i może być tankowane równie szybko jak olej napędowy. Dzięki temu autobusy zasilane LNG można eksploatować w takim sam sposób jak te z silnikami diesla – tankować w zaledwie kilka minut bezpośrednio po powrocie do zajezdni, myć czy wykonywać



Pokaz tankowania z mobilnej stacji LNG



Kriogeniczny zbiornik umożliwia zmagazynowanie ciekłego gazu ziemnego w temperaturze rzędu  $-160^{\circ}\text{C}$ , co umożliwia pokonanie ponad 350 km pomiędzy tankowaniami

nicą wytwarzającą ciśnienie, które przetłacza skroplony gaz do zbiornika autobusu w ciągu kilku minut. Możliwość tankowania LNG z wykorzystaniem różnicy ciśnień czyni możliwym zatankowanie autobusów nawet w czasie przerwy w dostawie energii elektrycznej, dzięki czemu nie ma potrzeby inwestowania w rezerwowe generatory prądu.

W USA, gdzie gaz ziemny – dzięki eksploatacji łupków – jest bardzo tani, autobusy na LNG są znane od początku lat 90. XX wieku. W Chinach w ostatnim roku 6 na 10 nowych autobusów było zasilanych LNG. Poza zaletami technicznymi LNG uwalnia użytkownika od zależności od jednego dostawcy paliwa gazowego, zwykle monopolisty państwowego. W przypadku LNG przewoźnicy mogą zakupić własną stację tankowania i zawierać krótkoterminowe umowy dostaw LNG lub długoterminowe kontrakty z firmami, które w ramach tych umów dostawy są zobowiązane dostarczyć paliwo LNG wraz ze stacją tankowania. Na

inne czynności obsługowe i naprawy. Przy kilku autobusach w zajezdni różnica w czasie tankowania autobusów gazowych i diesla nie ma znaczenia. W przypadku dużych przewoźników, jak MZA, które tylko w jednej zajezdni przy ul. Ostrobramskiej mają ponad 200 autobusów, czas tankowania jest kluczowy. W przeszłości MZA nie zdecydowały się na wprowadzenie CNG, gdyż szybkie tankowanie dużej floty autobusów CNG wymaga wielomilionowych inwestycji w kompresory oraz generatory prądu. Tymczasem do szybkiego tankowania LNG wystarcza cysterna kriogeniczna z pompą kriogeniczną lub tylko parownicą



Możliwość tankowania autobusu z mobilnych stacji LNG powoduje, że wprowadzenie do eksploatacji nowego typu paliwa nie wymaga prowadzenia kosztownych prac infrastrukturalnych na terenie zajezdni

ten drugi wariant zdecydowało się MZA, ogłaszając przetarg na dziesięcioletnie dostawy LNG wraz z budową stacji LNG. W trakcie realizacji projektu stołeczna spółka przewoźowa zdecydowała się poszerzyć stację o moduł LCNG, obejmujący 2 dystrybutory gazu w formie CNG. W najbliższym czasie na ul. Ostrobramskiej będą tankowane śmieciarki MPO, zasilane gazem ziemnym w formie sprężonej; w dalszej perspektywie mogą do nich dołączyć autobusy CNG zakupione przez MZA.

Dziesięcioletnia umowa dostaw paliwa LNG przewiduje stały parytet ceny gazu do oleju napędowego. Niezależnie od cen rynkowych gazu przewoźnik za  $1\text{ m}^3$  „błękitnego paliwa” będzie płacił 50% ceny 1 l oleju napędowego, co w przeliczeniu na kilogramy gazu oznacza parytet na poziomie 70% ceny litra oleju napędowego za kilogram gazu. Wg danych uzyskanych w 2 pierwszych tygodniach kwietnia średnie spalanie autobusów LNG wniosło 51 kg gazu na 100 km, podczas gdy w tym samym okresie autobusy przegubowe, wyposażone w silniki wysokopiętne, spalały na tych samych liniach średnio 53,3 l oleju napędowego. Jak szacuje zarząd warszawskiej spółki, oszczędności kosztów paliwa wynoszą ok. 40% i przez okres 10 lat planowanej eksploatacji dadzą ok. 20 milionów złotych.



Jedynymi elementami, które odróżniają autobus zasilany LNG od autobusu z klasycznym napędem, są dodatkowe wymienniki ciepła zamontowane w tylnej części dachu oraz mała nalepka na ścianie czołowej

## Zakończenie

Według Lider Trading, jedyne w Europie producenta autobusów LNG, wraz z wprowadzeniem normy emisji spalin Euro 6 wzrosła cena autobusów z silnikiem diesla.



**Tab. 2. Porównanie parametrów technicznych autobusów Solbus Solcity SM18 zasilanych LNG i olejem napędowym**

Parametr	ON	LNG
Liczba miejsc ogółem,	175 - 184 + 1	
w tym siedzących	41 - 49 + 1	
Długość [mm]	18 000	
Szerokość [mm]	2 550	
Wysokość [mm]	2 900	3 100
Masa własna [kg]	15 200	15 570
Silnik	CUMMINS ISB6,7E6 310B	CUMMINS ISLGE6 320
Pojemność skokowa [dm <sup>3</sup> ]	8,9	
Moc [kW (KM)]	228 (310) przy 2100 obr/min	234,8 (320) przy 2000 obr/min
Skrzynia biegów	VOITH DIVABUS 854,5 ZF-ECOMAT 6HP 504	

W konsekwencji okres zwrotu z inwestycji polegające na zakupie autobusu LNG zamiast napędzanego olejem napędowym znacznie się skrócił – wynosi on obecnie tylko ok. 3 lata. Tak krótki okres zwrotu czyni LNG paliwem konkurencyjnym wobec oleju napędowego, nawet bez uwzględniania dotacji do autobusów napędzanych tym ekologicznym paliwem.

Inni przewoźnicy, zachęcenii osiąganymi przez MZA pozytywnymi rezultatami, interesują się eksploatacją autobusów na LNG. W końcu kwietnia MPK Tarnów ogłosiło przetarg na 5 autobusów LNG. Lider Trading zakłada, że autobusy zasilane w ten sposób zyskują dużą popularność, zwłaszcza po uruchomieniu nowej tranzytu środków unijnych w ramach perspektywy budżetowej na lata 2014–2020, gdyż środki te mają być przeznaczone w pierwszej kolejności na zakupy autobusów z napędami alternatywnymi: gazowymi, hybrydowymi oraz elektrycznymi. Dzięki szybszemu – niż w przypadku autobusów hybrydowych – zwrotowi z inwestycji oraz znacznie większemu – niż w przypadku dzisiejszych autobusów elektrycznych – zasięgowi autobusy na LNG mogą stać się nad Wisłą równie popularne jak w Stanach Zjednoczonych i Chinach.

Interesującą koncepcją stosowania gazu ziemnego w komunikacji miejskiej jest zasilanie autobusów LNG paliwem produkowanym z gazu kopalnianego. Daje to nie tylko oszczędności dla przewoźnika, ale także przyczynia się do redukcji emisji gazów

cieplarnianych, które są usuwane z otoczenia w procesie produkcji LNG. Jest to szczególnie interesująca propozycja dla firm przewozowych z regionu Śląska, mogących w ten sposób wykorzystywać w napędzie swoich flot ultra czyste paliwo, a przy okazji wspierać lokalną gospodarkę.

## Bibliografia:

1. Bartłomiejczyk G., *Eksploatacja pojazdów transportu publicznego zasilanego CNG/LNG. W oczekiwaniu na zmiany*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 10.
2. Biała Księga *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*. COM(2011) 144.
3. Dyr T., *Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 10.
4. Dyr T., *Europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2013, nr 11.
5. Dyr T., *Kierunki rozwoju transportu w Unii Europejskiej w drugiej dekadzie XXI wieku*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2010, nr 11.
6. Dyr T., *Konkurencyjna i zasobooszczędna mobilność w miastach*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2015, nr 1–2.
7. EUROPA 2020 *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*. COM(2010) 2020.
8. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: *Wspólne dążenie do osiągnięcia konkurencyjnej i zasobooszczędnej mobilności w miastach*. COM(2013) 913.
9. Rusak Z., *TRANSEXPO a sprawa polska*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2015, nr 1–2.
10. Ziółkowska K., *Strefa ultra niskiej emisji spalin w Londynie*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2015, nr 3.

## Autor:

mgr **Zbigniew Rusak** – Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium”

## "EKOLOGICZNY, BEZPIECZNY TRANSPORT DROGOWY"

**29 - 30 maja 2015 r. - PREZENTACJA AUTOBUSÓW**  
Hotel EUROPA, Lubin ul. Miroszowicka 1

**30 maja 2015 r. - MISTRZOSTWA DIAGNOSTÓW**  
Okręgowa Stacja Kontroli Pojazdów Polskiego Związku Motorowego  
Lubin ul. M.Skłodowskiej - Curie 177 A

**Organizatorzy:**



**Sponsorzy:**





VIII Konferencja  
Transportu Drogowego  
Lubin 2015

Patronat medialny:  
**ttg CENTRAL EUROPE**  
**warsztat**  
**AUTOBUSY**