

Porównanie kosztów eksploatacji autobusów komunikacji miejskiej zasilanych gazem CNG i olejem napędowym

Piotr Ignaciuk, Leszek Gil, Andrzej Wójcik

W artykule porównano wybrane koszty eksploatacji autobusów komunikacji miejskiej zasilanych gazem CNG oraz olejem napędowym. Analizę przeprowadzono w oparciu o rzeczywiste dane uzyskane z obserwacji eksploatacji autobusów w MZK w Przemyślu. W badaniach wykorzystano autobusy marki Jelcz o podobnej konstrukcji zasilane klasycznie ON i przystosowane do zasilania gazem CNG.

Słowa kluczowe: eksploatacja, koszt eksploatacji, paliwo gazowe CNG, autobusy komunikacji miejskiej

Wstęp

Główną rolę w upowszechnianiu zasilania silników spalinowych gazem ziemnym odgrywają względy ekologiczne. Silniki zasilane gazem ziemnym w postaci CNG lub LNG emitują znacznie mniej związków toksycznych niż ich odpowiedniki zasilane olejem napędowym lub benzyną. W Europie obserwujemy wzrost zainteresowania tym paliwem. W Polsce działa jednak zaledwie ok. 27 (stan w roku 2014) ogólnodostępnych stacji tankowania CNG i nie było też żadnej ogólnodostępnej stacji tankowania LNG. Wszyscy czołowi europejscy producenci pojazdów mają w swojej ofercie pojazdy zasilane gazem ziemnym- dotyczy to też producentów autobusów. Jednak pomimo promowania gazu ziemnego jako paliwa nie obserwujemy znaczącego wzrostu liczby pojazdów nim zasilanych. Niska emisja związków toksycznych powinna stanowić silną zachętę do wprowadzania go jako paliwa do pojazdów miejskich (autobusów i pojazdów komunalnych). Emisja samochodowa jest bowiem emisją niską- odbywa się na wysokościach obejmujących zakres wzrostu człowieka. W przypadku działalności usługowej (komunalna) i transportowej (komunikacja miejska) czynnikiem decydującym o ich powodzeniu jest zysk, dlatego o powodzeniu konkretnego rozwiania decydują koszty związane z jego wdrożeniem i stosowaniem. Autorzy postanowili porównać rzeczywiste koszty ponoszone przez użytkownika samochodu zasilanego CNG w stosunku do analogicznego pojazdu zasilanego paliwem konwencjonalnym. Wyniki analiz powinny pozwolić na wyjaśnienie przyczyn małej popularności paliwa CNG.

1. Obiekty badań

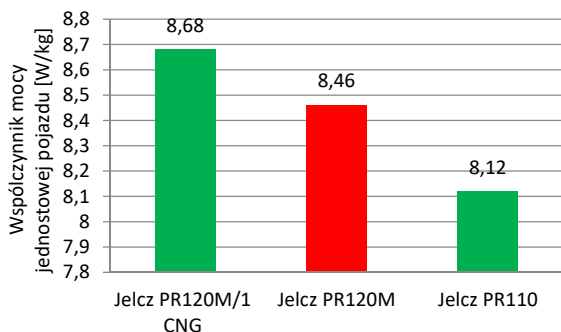
Do badań porównawczych wybrano autobusy marki Jelcz eksploatowane przez Miejski Zakład Komunikacji w Przemyślu. Były to autobusy marki Jelcz; Jelcz PR120M wyposażony w silnik SW680 zasilany olejem napędowym oraz autobusy z silnikami zasilanymi gazem ziemnym: Jelcz PR110 z silnikiem SW 680 i Jelcz 120M/1 CNG z silnikiem produkcji WSK Mielec MD 111M. Dane autobusów zestawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1: Dane techniczne porównywanych autobusów

| | Autobus miejski JELCZ 120M/1 CNG | Modernizowany autobus miejski Jelcz pr110 | Autobus Miejski JELCZ PR120M |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|
| Pojemność silnika | 11100 cm ³ | 11100,00 cm ³ | 11100,00 cm ³ |
| Moc silnika | 152 kW przy 2000 obr/min | 138 kW przy 2000 obr/min | 148 kW przy 2000 obr/min |
| Maksymalny moment obrotowy | 765Nm przy 1300 obr/min | 730Nm przy 1300 obr/min | 743Nm przy 1200 obr/min |
| Masa własna pojazdu | 10620kg | 11590 kg | 9900 kg |
| Dopuszczalna masa całkowita pojazdu | 17500kg | 17000 kg | 17500 kg |
| Liczba miejsc siedzących / stojących | 34/62 | 36/43 | 34/70 |
| Paliwo | CNG | CNG | ON |

Autobusy przystosowane do zasilania gazem CNG są cięższe od autobusu zasilanego olejem napędowym. Wzrost masy własnej autobusów zasilanych CNG powoduje, że została ograniczona liczba przewożonych pasażerów w stosunku do wersji autobusu zasilanej olejem napędowym. Liczba ta jest o 8 mniejsze w przypadku autobusu Jelcz PR120M/1 CNG i aż o 27 mniejsza w przypadku autobusu Jelcz 120M/1 CNG. O właściwościach trakcyjne autobusów decyduje stosunek mocy silnika do masy całkowitej pojazdu (współczynnik mocy jednostkowej). Najwyższy współczynnik mocy jednostkowej równy 8,68 [W/kg] posiada autobus JELCZ 120M/1 CNG,

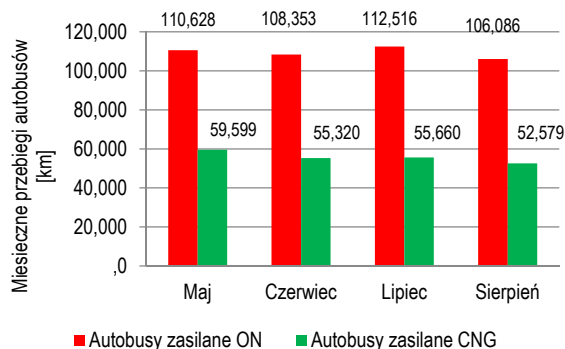
pozostałe autobusy posiadają niższe wartości współczynnika (rys. 1).



Rys. 1. Porównanie współczynników mocy jednostkowej badanych autobusów. Zielony kolor oznacza autobusy zasilane gazem CNG, czerwony ON

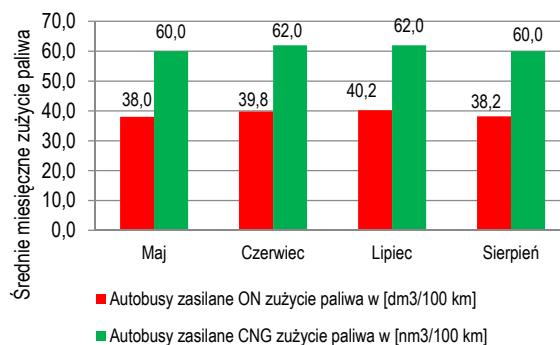
2. Porównanie przebiegów eksploatacyjnych i kosztów paliwa badanych autobusów

Porównywane autobusy różnią się tylko układem zasilania oraz liczbą przewożonych pasażerów. W ramach badań przeanalizowano okres czterech miesięcy eksploatacji (od maja do sierpnia 2014 roku) zbierając dane dotyczące ilości przejechanych kilometrów i zużycia paliwa (oleju napędowego i gazu ziemnego). Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Prezentowane dane zabierano na wybranych liniach autobusowych obsługiwanych zarówno przez pojazdy zasilane olejem napędowym oraz gazem CNG.



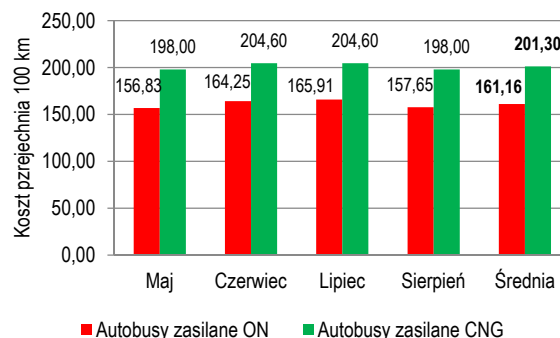
Rys. 2. Zestawienie miesięcznych przebiegów autobusów zasilanych ON i CNG na wybranych trasach

Na podstawie ilości zatankowanego paliwa określono jego średnie miesięczne zużycie. W przypadku gazu CNG jest ono wyrażone w [nm³/100km]. 1nm³ gazu odpowiada ilości gazu jaka znajduje się w 1 m³ w warunkach normalnych (rys.3).



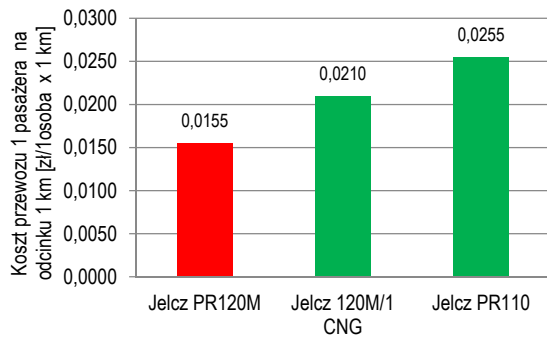
Rys. 3. Zestawienie miesięcznych przebiegów autobusów zasilanych ON i CNG na wybranych trasach

W rozważanym okresie średnia cena oleju napędowego dla odbircy hurtowego jakim był MZK Przemysł wynosiła 4,127 zł za 1 dm³, natomiast średnia cena 1nm³gazu ziemnego wynosiła 3,30 zł. Na tej podstawie określono dla autobusów zasilanych ON oraz gazem CNG koszty: przejechania 100 km (rys. 4) oraz koszty przewozu jednego pasażera na odcinku 1 km.



Rys. 4. Porównie kosztów przejechania 100 km przez autobusy zasilane ON i gazem CNG w wybranych miesiącach

Jak widzimy koszt przejechania 100 km dla autobusów zasilanych gazem CNG jest ok 25% wyższy w stosunku do autobusów zasilanych klasycznym olejem napędowym. Obliczeń kosztów przewozu 1 pasażera na odcinku 1 km dokonano przyjmując, że obydwa typy autobusów zasilanych gazem CNG mają jednakowe zużycie paliwa. W obliczeniach uwzględniono jednak różnice w liczbie przewożonych pasażerów (rys. 5). Jak widzimy autobusy zasilane gazem CNG wypadają w tym przypadku znacznie gorzej od autobusów zasilanych olejem napędowym. Koszty przewozu 1 pasażera są w nich wyższe niż w przypadku autobusu zasilnego ON, w szczególności o ok. 35% wyższe dla autobusu Jelcz 120M/1 CNG i aż o 60% wyższe w przypadku autobusu Jelcz PR110.



Rys. 5. Porównie kosztów przewozu jednego pasażera na odcinku 1 km dla badanych autobusów

Podsumowanie

Eksploatacja autobusów zasilanych gazem CNG jest bardziej kosztowna niż autobusów zasilanych olejem napędowym. W rozważnym przypadku koszt przejechania 100 km był dla autobusów zasilanych gazem CNG o ok. 25% wyższy niż dla autobusów zasilanych ON.

Uwzględniając liczby przewożonych pasażerów autobusy zsilane gazem CNG są droższe w eksploatacji. W omawianych przypadkach koszt przewozu jednego pasażera na odcinku 1 km był wyższy o ok. 35% dla autobusów Jelcz 120M/1 CNG i aż o ok. 60% dla autobusów Jelcz PR110 od analogicznego kształtu dla autobusu zasilanego ON.

Istotny wpływ na koszty przewozowe ma cena gazu CNG wynosząca aż 3,30 zł za 1 [nm³]. Jest to cena uwzględnijająca podatek akcyzowy. Należy stwierdzić, że cena gazu jest jedną z głównych przyczyn braku popularności samochodowych układów zasilania gazem CNG.

Bibliografia

1. Budzik G. : Zasilanie silników autobusów komunikacji miejskiej sprężonym gazem ziemnym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2006
2. Dyr T., Rama P., Strategia odnowy taboru MZK w Toruniu, AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2014, nr 5.

3. Kwaśniewski K., SasJ., Bariery rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego w Polsce. Zeszyty Naukowe AGH. Wiertnictwo Nafta Gaz. Tom 26. Zeszyt 3. Kraków 2009
4. Orzechowska M., KryziaD., Analiza SWOT wykorzystania gazu ziemnego w transporcie drogowym w Polsce. Polityka energetyczna- Energy Policy Journal 2014. Tom 17. Zeszyt 3
5. Romaniszyn K., Alternatywne zasilanie samochodów benzyną i gazami LPG i CNG badania porównawcze dynamiki rozpędzania i emisji saplin. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 2007
6. Wołoszyn R., Kierunki i możliwości rozwoju rynku pojazdów zasilanych gazem ziemnym, AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2011, nr 1-2.
7. Wołoszyn R., Zalety ekologiczne i ekonomiczne wykorzystania gazu ziemnego do zasilania pojazdów. Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn Politechniki Radomskiej. Referat na Międzynarodowej Konferencji CNG i LNG Blue Corridor 2012. Warszawa 2012
8. Żółtowski A., Nielimitowana emisja w silnikach zasilanych CNG. Journal of KONES 2003

Autorzy:

Dr inż. **Piotr Ignaciuk** – Politechnika Lubelska w Lublinie

Dr inż. **Leszek Gil** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

Inż. **Andrzej Wójcik** – LITPOLUKRBRIG COMMAND Lublin

Comparison of operating costs of public buses fueled with CNG and diesel oil

The article compares selected operational costs of urban communication buses fueled with CNG and diesel oil. The analysis was conducted on the basis of actual data obtained from observation of buses operation in MZK (Urban Communication Facility) in Przemyśl. In the research were used Jelcz buses of similar design and classically fueled with diesel oil, and suitable for CNG supplying.

Key words: operation of vehicles, operating costs, CNG fuel, public transport buses