

# Porównanie wpływu zasilania silników ZI benzyną oraz mieszaniną benzyny z etanolem na emisję substancji szkodliwych

Radosław Patyk, Agnieszka Kułakowska

## Streszczenie

Celem artykułu jest porównanie wpływu rodzaju paliwa (benzyny i mieszaniny benzyny z etanolem) do zasilania silników z zapłonem iskrowym na zawartość substancji szkodliwych w spalinach. Badania laboratoryjne przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w silnik ZI firmy Daewoo 2.0 16V o kodzie silnika x20sed. Jest to nowoczesna jednostka napędowa szesnasto zaworowa z wielopunktowym wtryskiem paliwa (silnik MPI). Badania składu spalin przeprowadzono na cztero gazowym analizatorze spalin ATAL AT 501.

**Słowa kluczowe:** silnik ZI, benzyna, etanol, emisja, substancje szkodliwe.

## Wstęp

Stosowanie alkoholu, jako paliwa do silników z zapłonem iskrowym znane było w Polsce już w okresie międzywojennym. Po drugiej wojnie światowej benzynę silnikową z alkoholem etylowym produkowano m.in. w Rafinerii Nafty w Trzebinii, lecz ówczesne benzyny miały niskie liczby oktanowe mimo wysokiego udziału etanolu. Mieszanka benzyny z udziałem 20 proc. etanolu była w Polsce przedmiotem obrotu do 1955 r. Od lat osiemdziesiątych etanol był na szeroką skalę stosowany jako komponent benzyn wysokooktanowych w Brazylii, na Kubie oraz w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Benzyny te zawierały od 10 do 22 proc. etanolu. W ostatnich latach obserwuje się dalszy wzrost zainteresowania etanolem, jako proekologicznym komponentem benzynowym. Europa w dużej mierze wzoruje się w tym względzie na strategii Stanów Zjednoczonych, choć drogi ewolucji w formule paliw nie pokrywają się. Benzynę bezołowiową wprowadzono w USA już w połowie lat siedemdziesiątych. W grudniu 1990 roku Kongres Stanów Zjednoczonych zatwierdził nowelizację do ustawy o czystym powietrzu. Nowelizacja wprowadziła od 1995 roku zakaz sprzedaży benzyn ołowionych w miastach najbardziej

zagrożonych przez emisję samochodową, a od 1996 roku w całych Stanach Zjednoczonych. W noweli tej również poza eliminacją ołowiu, przedstawiono cały program reformulacji benzyn w kierunku maksymalnego ograniczenia ich uciążliwości dla środowiska. Prowadzone na szeroką skalę badania (w 1990 roku włączyły się do nich 3 koncerny samochodowe i 11 amerykańskich rafinerii) wykazały pozytywny wpływ stosowania związków tlenowych do benzyn na obniżenie emisji tlenku węgla, węglowodorów i ograniczenie warunków tworzenia ozonu w powietrzu atmosferycznym. W okręgach, gdzie poziom stężenia tlenku węgla przekraczał dopuszczalne normy, a w końcu lat 80 osiągnął krytyczny stan zagrożenia dla zdrowia mieszkańców, już od sezonu zimowego 1992/93 zaczął obowiązywać nakaz sprzedaży benzyn o zawartości 2,7% tlenu. Przewidywania co do skuteczności dodatków tlenowych jeszcze raz w pełni się potwierdziły. Użytkowano zmniejszenie emisji tlenku węgla o 10 do 15%, a liczba przekroczeń normy federalnej zmniejszyła się w stosunku do poprzedniego sezonu zimowego średnio o 80%. Jako podstawowe komponenty tlenowe stosuje się: eter metylo-tert-butylowy i alkohol etylowy (etanol). W Stanach dopuszczono

stosowanie eteru metylo-tert-butylowego do 15 proc. objętościowych benzyny, co w przeliczeniu na tlen odpowiada 2,7% zawartości tlenu w paliwie. Etanol stosuje się w ilości 10%, co w przeliczeniu na tlen odpowiada 3,5% zawartości tlenu w paliwie. Zgodnie z warunkami technicznymi ustalonymi przez państwa Wspólnoty Europejskiej benzyny silnikowe zawierające do 5% etanolu nie wymagają żadnych oznakowań jakościowych i asortymentowych w całym procesie dystrybucji, co oznacza, że użytkownik paliwa nie musi być uprzedzony o sprzedawaniu na stacji do jego samochodu paliwa zawierającego alkohol (etanol). Istotnym problemem dotyczącym paliw benzynowych zawierających etanol jest jego hydrofilność. Paliwa takie muszą być rygorystycznie chronione przed zawodnieniem, które powoduje wytrącanie się etanolu z paliwa. Niewielki udział wody w mieszance powoduje zmętnienie

a następnie rozwarstwienie jednorodnej mieszaniny. Tolerancja na obecność wody obniża się wraz z obniżeniem temperatury. Argumentów i faktów na rzecz paliw bioetanolowych można przytaczać mnóstwo, powołując się na względy polityczne, ekonomiczne i ekologiczne.



Rys. 1. Silnik Daewoo 2.0 16V (x20sed)



Rys. 2. Analizator spalin AT 501 firmy ATAL

Celem niniejszej pracy jest zbadanie emisji substancji szkodliwych przez silniki zasilane paliwami konwencjonalnymi i biopaliwami (etanol) [1÷7].

## 1. Stanowisko badawcze

### 1.1. Silnik spalinowy

W badaniach zastosowano silnik samochodu marki Daewoo Leganza 2.0 16V o kodzie silnika x20sed (rys. 1). Przedstawiony silnik spalinowy był zamontowany na laboratoryjnej hamowni silnikowej będącej na wyposażeniu Katedry Mechaniki Technicznej i Wytrzymałości Materiałów, na Wydziale Mechanicznym

Politechniki Koszalińskiej. Zastosowany silnik jest to nowoczesna jednostka napędowa szesnasto zaworowa z wielopunktowym wtryskiem paliwa (silnik MPI).

### 1.2. Analizator spalin

Do badania i regulacji silnika oraz do wykonywania kontroli emisji spalin zastosowanie znajduje czteroskładnikowy analizator spalin AT 501 firmy ATAL (rys. 2). Umożliwia pomiar stężenia HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oraz współczynnika nadmiaru powietrza λ. Przyrząd ten mierzy prędkość obrotową silnika, kąt wyprzedzenia zapłonu przed górnym punktem zwrotnym kąt zwarcia styków przerywacza oraz temperaturę oleju. Uzyskane dane można wydrukować, jako pomiary cząstkowe lub jako kompletny protokół z emisji.

Analizator umożliwia również pomiary parametrów czujnika tlenu (tzw. sondy lambda) wraz z graficzną prezentacją wyniku oraz wykonanie kompletnego testu prawidłowości sterowania stopniem wzbogacenia mieszanki przez elektroniczne układy pojazdu.

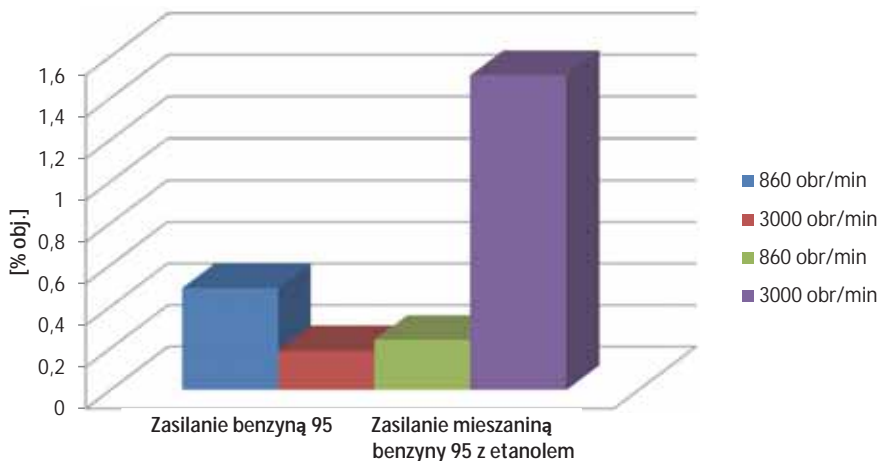
## 2. Badania własne

### 2.1. Metodyka badań

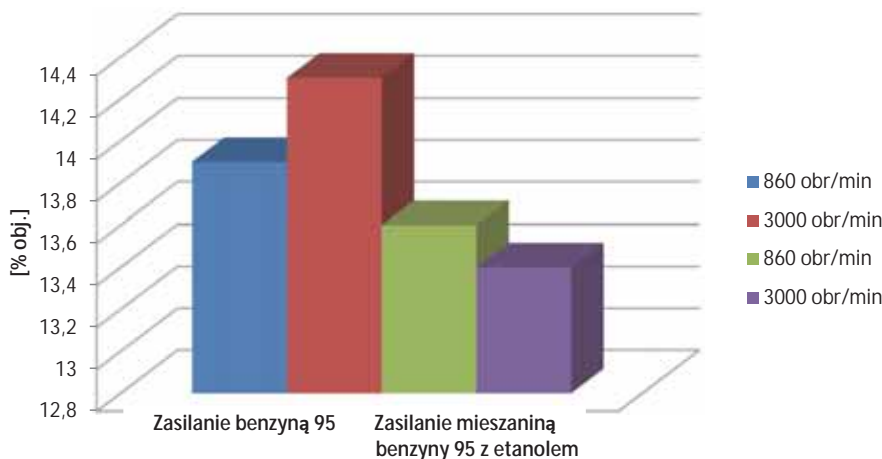
Badanie odbyło się w warunkach stałej temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza. Przed przystąpieniem do badań odpowiednio sporządzono paliwa zasilające silnik spalinowy. W pierwszym przypadku była to benzyna bezołowiowa 95, w drugim przypadku była to mieszanina benzyny bezołowiowej 95 i czystego etanolu w proporcji 1:1 (czyli 50 % mieszanka benzyny z etanolem w stosunku objętościowym). Pierwszym etapem badań była analiza składu spalin (zawartości substancji szkodliwych) dla przypadku zasilania silnika spalinowego benzyną 95. Drugim etapem badań była analiza składu spalin dla przypadku zasilania silnika spalinowego mieszaniną benzyny 95 i etanolu. Do badania składu

Tab. 1. Zestawienie wyników badań dla benzyny bezołowiowej

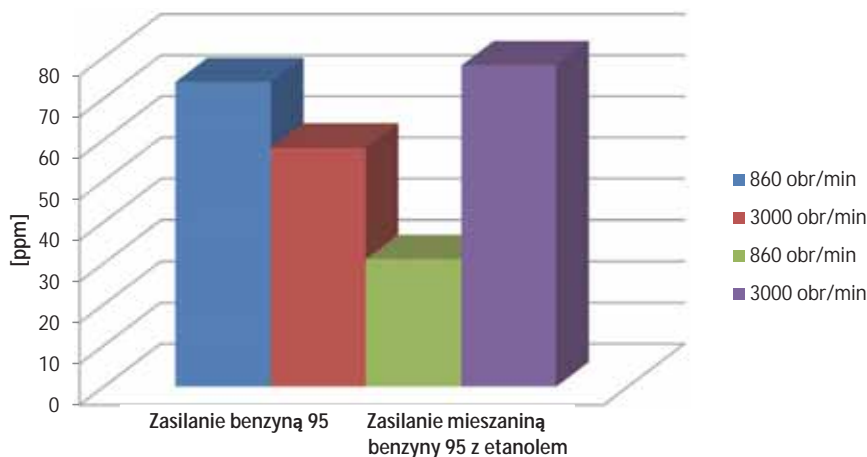
	Benzyna 95		Mieszanina benzyna 95 i etanol (50 % obj.)	
	Obroty silnika		Obroty silnika	
	860 obr/min	3000 obr/min	860 obr/min	3000 obr/min
CO	0,49 % obj.	0,19 % obj.	0,24 % obj.	1,51 % obj.
CO <sub>cor</sub>	0,51 % obj.	-	-	1,51 % obj.
CO <sub>2</sub>	13,9 % obj.	14,3 % obj.	13,6 % obj.	13,4 % obj.
HC	74 ppm	58 ppm	31 ppm	78 ppm
O <sub>2</sub>	0,74 % obj.	0,34 % obj.	1,22 % obj.	0,74 % obj.



**Rys. 3.** Zestawienie wyników pomiarów zawartości CO w spalinach dla przypadków zasilania benzyną 95 oraz mieszaniną benzyny 95 z etanolem (50% obj.) dla obrotów biegu jałowego 860 obr/min oraz podwyższonego biegu jałowego 3000 obr/min



**Rys. 4.** Zestawienie wyników pomiarów zawartości CO<sub>2</sub> w spalinach dla przypadków zasilania benzyną 95 oraz mieszaniną benzyny 95 z etanolem (50% obj.) dla obrotów biegu jałowego 860 obr/min oraz podwyższonego biegu jałowego 3000 obr/min



**Rys. 5.** Zestawienie wyników pomiarów zawartości HC w spalinach dla przypadków zasilania benzyną 95 oraz mieszaniną benzyny 95 z etanolem (50% obj.) dla obrotów biegu jałowego 860 obr/min oraz podwyższonego biegu jałowego 3000 obr/min

spalin zastosowano analizator spalin AT 501. Wykonano osiem pomiarów stężenia zanieczyszczeń, po dwa razy dla każdego przypadku. Badania składu spalin (zgodnie z procedurą) przeprowadzono na rozgrzanym silniku dla obrotów biegu jałowego (860 obr/min) oraz podwyższonego biegu jałowego (3000 obr/min). Wyniki badań zestawiono w tabeli 1 oraz na rysunkach 3÷5.

Analizując uzyskane wyniki badań stwierdzono, że zawartość CO, CO<sub>2</sub> oraz HC w spalinach dla przypadku zasilania silnika benzyną 95 mieszczą się w przewidzianych normach. Natomiast dla przypadku zasilania silnika spalinowego mieszaniną benzyny 95 z etanolem w proporcji 1:1 objętościowo stwierdzono podwyższoną zawartość CO w spalinach dla przypadku podwyższonego biegu jałowego – 3000 obr/min.

### Podsumowanie

Zastosowanie etanolu jako dodatku do benzyny jest doskonałym sposobem na ograniczenie zużycia surowca kopalnego. Możliwe jest zastosowanie etanolu jako dodatku jednakże tak jak jest to przewidziane w normach tj. do 20 % objętości. Zwiększanie zawartości etanolu w mieszaninie będzie powodowało wzrost zawartości CO w spalinach szczególnie przy wyższych prędkościach obrotowych silników. Sytuacja taka ma miejsce, ponieważ do typowego silnika spalinowego zastosowano paliwo alternatywne. Możliwe będzie poprawienie tego mankamentu stosując dodatkowe układy podające powietrze do komory spalania. Biorąc pod uwagę dostępne wyniki badań mieszanka 10 do 90 (etanol-benzyna), powinna w znacznym stopniu ograniczyć emisję substancji szkodliwych z silnika nieprzystosowanego do pracy na wysokim stężeniu etanolu. Alkohol jako dodatek do benzyny jest komponentem łatwo dostępnym i produkcja jego nie jest zbyt skomplikowana. Jednocześnie może on wpływać na zmniejszenie zużycia paliwa ze względu na wysoką liczbę oktanów.



## Bibliografia

1. Jakubowski J., *Silniki samochodowe zasilane paliwami zastępczymi*, WKŁ, Warszawa, 1987.
2. Kijewski J., *Silniki spalinowe*, WSiP, Warszawa, 1995.
3. Koniecznyński J., *Oczyszczanie gazów dolotowych*, Wydawnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1993.
4. Luft S., *Podstawy budowy silników*, WKŁ, Warszawa, 2006.
5. Merkiś J., *Ekologiczne problemy silników spalinowych*, WPP, Poznań, 1998.
6. Niziński S., *Diagnostyka samochodów osobowych i ciężarowych*, Bellona, Warszawa, 1999.
7. Trzeciak K., *Diagnostyka samochodów osobowych*, WKŁ, Warszawa, 1998.

## Comparing the impact of supply engines with spark ignition by fuel and mixture of petrol and ethanol on the emissions of toxic substances

### Abstract

The purpose of the paper is to compare the effect of the type of fuel (gasoline and gasoline-ethanol mixture) to the power of engines with spark ignition (SI) for the content of harmful substances in the exhaust gas. Laboratory tests were carried out on a test bench equipped with an SI engine company Daewoo 2.0 16V with engine code X20SED. It is a modern sixteen valve power unit with multi-point fuel injection (MPI engine.) Exhaust emission tests were performed on the four exhaust gas analyzer ATAL AT 501.

**Key words:** engine, fuel, ethanol, emission, toxic substances.

### Autorzy:

dr inż. **Radosław Patyk** – Politechnika Koszalińska

dr inż. **Agnieszka Kułakowska** – Politechnika Koszalińska