

*dr inż. Jerzy Kaszkowiak Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,*

*dr inż. Marcin Zastempowski, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

*dr inż. Sylwester Borowski, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

*prof. dr hab. inż.. Edmund Dulcet, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

*mgr inż. Dawid Siewiert Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

## **Wpływ zastosowania paliwa z dodatkiem etanolu do zasilania silników spalinowych na skład spalin**

### **Wstęp**

Silniki spalinowe od momentu rozpoczęcia ich eksploatacji stały się bezpiecznym (w porównaniu z silnikami parowymi), wydajnymi i mobilnymi źródłami energii mechanicznej. Otworzyły nowy etap w konstrukcji maszyn i urządzeń mobilnych i pojazdów. Pomimo licznych modyfikacji i zmian ich zasada działania oraz podstawowe elementy budowy nie uległy zmianie. Popularność ich stosowania stała się jednocześnie największym zagrożeniem dla ich eksploatacji. Obawy o wyczerpanie się światowych zasobów ropy naftowej, uzależnienie polityczne państw nie posiadających złóż ropy naftowej (lub posiadających zasoby zbyt małe) od dostaw ropy, powtarzające się kryzysy skutkujące gwałtownym wzrostem cen paliwa sprzyjają poszukiwaniu paliw alternatywnych. W ostatnich latach również ważnym aspektem jest ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>. Poszukiwanie alternatywnych paliw do zasilania silników spalinowych sprzyja prowadzeniu badań pozwalających określić możliwość zasilania silników paliwami alternatywnymi.

Liczne próby zastąpienia benzyn i oleju napędowego innymi paliwami od lat skutkują wykorzystaniem paliw dotychczas niestosowanych do zasilania silników: Gaz drzewny (CO) powstający podczas zagazowania drewna, LPG, CNG, wodór, odbiegają znacząco parametrami od benzyn i mimo iż ich udział w rynku paliw wzrasta nie stanowią znaczącej alternatywy dla benzyn.

Najbardziej zbliżone właściwościami a jednocześnie spełniające kryterium ekologiczne są alkohole. Przykład Brazylii pokazuje iż można z powodzeniem zastąpić tradycyjne paliwa pochodzące z przerobu ropy naftowej paliwami pochodzenia roślinnego, należy jednak uwzględnić warunki klimatyczne przy rozpatrywaniu aspektów ekonomicznych.

# Logistyka - nauka

**Cel Badań.** Celem prowadzonych badań było określenie wpływu dodatku etanolu do benzyny na zawartość niepożądanych składników w spalinach podczas pracy silnika spalinowego.

## Metodyka i przebieg badań

W celu określenia wpływu dodatku alkoholu etylowego do benzyny na skład spalin, przeprowadzono badania seryjnie produkowanego silnika spalinowego czterosuwowego, z zapłonem iskrowym, jednocylindrowego. Jego pojemność skokowa wynosiła 135 cm<sup>3</sup>, według danych producenta silnik rozwija maksymalną moc 4,5 KM (3,4 kW), przy 3600 obr/min, oraz maksymalny moment obrotowy 9,7 NM przy 2500 obr/min.

Skład spalin określano przy użyciu analizatora spalin ISC OLIVER K9000, posiadającym Certyfikat ITS oraz świadectwo legalizacji.

Przed przystąpieniem do pomiarów dokonano przygotowania próbek paliwa z różnym udziałem benzyny Pb 95 z alkoholem etylowym. Proporcje przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład paliwa wykorzystanego w badaniach

Nr próbki	1	2	3	4	5	6	7	8
Zawartość Pb 96 %	100	95	90	80	70	60	50	0
Zawartość etanolu %	0	5	10	20	30	40	50	100

W celu umożliwienia realizacji badań silnik zamocowano w sposób elastyczny na statywie, dokonano modyfikacji układu wydechowego polegającej na przedłużeniu rury wydechowej do 0,5m, aby umożliwić wprowadzenie sądy analizatora spalin. Przed przystąpieniem do pomiarów, silnik został rozgrzany przez 15 min pracy do temperatury normalnej pracy. Zachowano ustawienia silnika jak dla benzyny Pb95. Cykl badań powtórzono 3 krotnie. Paliwo dozowano z dodatkowego zbiorniczka z podziałką umożliwiającą określenie zużycia. Każdorazowo po zakończeniu pomiaru paliwo zużywano do końca i wlewano ½ dawki (10 ml) nowej mieszanki. Pomiar składu spalin rozpoczynano po 2 minutach pracy na nowej porcji paliwa.

Średnie wartości uzyskanych wyników przedstawiono w tabeli 2 oraz na wykresach 1 i 2.

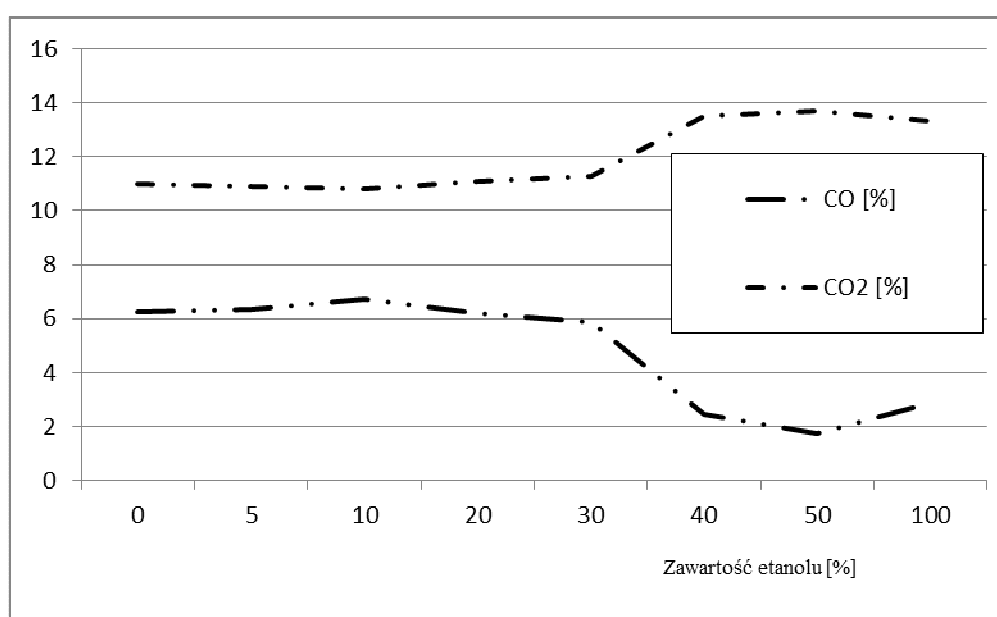
Tabela 2. Wyniki pomiarów składu spalin (wartości średnie).

Parametr	Numer próbki							
	1	2	3	4	5	6	7	8

## Logistyka - nauka

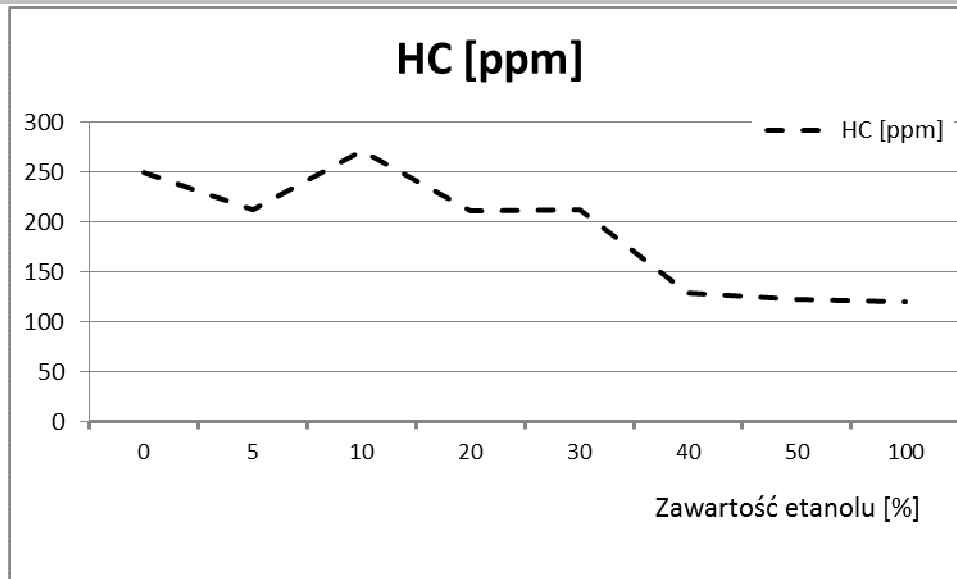
HC [ppm]	249	212	271	211	213	129	122	120
CO [%]	6,25	6,34	6,71	6,22	5,88	2,47	1,75	2,86
CO <sub>2</sub> [%]	11	10,9	10,8	11,1	11,3	13,5	13,7	13,3

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono iż zawartość CO oraz CO<sub>2</sub> w spalinach praktycznie nie zmienia się aż do 30% udziału etanolu w paliwie. Zaobserwowano wtedy wzrost zawartości CO<sub>2</sub> przy jednoczesnym spadku zawartości CO. Świadczyć to może o pełniejszym przebiegu procesu spalania. Mimo zwiększonej zawartości CO<sub>2</sub> w spalinach, którą przyjmuje się za jedno z kryteriów zanieczyszczania środowiska, należy uznać to za objaw pozytywny.



Rysunek 1. Zależność zawartości tlenku węgla i dwutlenku węgla w spalinach od ilości etanolu w paliwie.

Zawartość węglowodorów w spalinach wykazywała w zakresie udziału alkoholu 0-30% zmienną wartość a uzyskane wyniki pomiarów nie różniły się istotnie statystycznie. Podobnie jak w przypadku zawartości CO i CO<sub>2</sub> istotny statystycznie spadek zawartości HC zmierzono przy zawartości etanolu powyżej 30%. Może świadczyć to o pełniejszym przebiegu procesu spalania,



Rysunek 2. Wpływ ilości etanolu w paliwie na zawartość węglowodorów w spalinach.

Wpływ to z całą pewnością na czystość większe wykorzystanie energii zawartej w paliwie. Przeprowadzone badania nie pozwalają na ocenę przebiegu samego procesu spalania, jednak w połączeniu z innymi (dotyczącymi trwałości silników zasilanych mieszanką benzyn i etanolu, zmian mocy i momentu obrotowego i ilości zużywanego paliwa) mogą pozwolić na dostosowanie obecnie produkowanych silników do potrzeb spalania mieszanki alkoholowo benzynowej.

### Wnioski

W prowadzonych badaniach stwierdzono istotny wpływ dodatku etanolu na czystość spalin.

1. Przy zawartości etanolu powyżej 30% zaobserwowano spadek zawartości tlenku węgla w spalinach z 6,25 do 1,75% przy zawartości etanolu 50%. Dla samego alkoholu zaobserwowano nieznaczny wzrost zawartości CO. Zawartość dwutlenku węgla w spalinach zaczęła wzrastać również przy zawartości etanolu powyżej 30%.

2. Zawartość węglowodorów wykazywała nieznaczne wahania w przedziale 0-30% zawartości etanolu w paliwie a przy wyższej zawartości zmalała z 249 ppm do 120 ppm. Świadczy to o pełniejszym spalaniu (większy udział wody i dwutlenku węgla w spalinach).

3. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić iż dla badanej konstrukcji silnika zaobserwowano znaczącą poprawę czystości spalin przy dodaniu co najmniej 30% etanolu.

## Effect of the application ethanol with the addition of fuel for combustion engines the composition of emissions

### Summary

The study presents results of effect of the addition of ethanol in gasoline to gas composition. The study shows the positive impact of combustion of ethanol with gasoline to clean exhaust. Significant impact on the content of CO, CO<sub>2</sub> and HC, is noticeable only when the ethanol content higher than 30%.

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki wpływu dodatku etanolu w benzynie na składu spalin. Badania wykazały pozytywny wpływ spalania etanolu z benzyną na czystość spalin. Zaobserwowano istotny wpływ na zawartość CO, bo i HC, jest on jednak istotny tylko przy zawartości etanolu powyżej 30%.

### Literatura

1. Baczewski K. Kałdoński T.: Paliwa do silników o zapłonie iskrowym. WYDAWNICTWO Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005.
2. Bernhardt M.: Silniki wielopaliwowe. Wydawnictwo Naukowo Techniczne Warszawa 1971
3. Olszewski W.: Paliwa i materiały smarowe, badania i pomiary laboratoryjne podstawowych własności fizykochemicznych. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej Radom 2006
4. Wandrasz J.W. Pikoni K.: Paliwa z odpadów Wydawnictwo Helion Gliwice 2005
5. Merkisz J. Pielucha I.: Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej Poznań 2004