

## ECOLOGICAL PROBLEMS OF IGNITION OF THE ENGINE

**Damian Borecki, Jerzy Jantos, Ireneusz Hetmańczyk  
Andrzej Bieniek, Krzysztof Malewicz**

*Opole University of Technology, Poland  
Department of Road and Agricultural Vehicles  
Mikołajczyka 6, 45-271 Opole  
tel.: +48 77 4006272, fax: +48 77 4006272  
e-mail: d.borecki@klio.po.opole.pl*

### **Abstract**

*In a day when stockpiles of petroleum are finishing and exhaust norm are getting more and more restricted very important thing in new vehicles is the environment protection. Many researches are led in the range of emission of harmful substances limitation. As is well known the combustion engine produce the largest part of harmful substances during start and transitional phases. Idea of decreasing of emission of harmful compounds during cold start of the engine by the use of the additional fuel installation is presented in paper. One of the methods which could improve this threat is using of heated catalytic converters. In this paper other method is presented—additional fuel circuit. Thanks to this installation ignition phase is realized when a vehicle is compressed natural gas fuelled. This paper initial research of cold start using gasoline and compressed natural gas is presented. All measurements was prepared in the same conditions and theirs results are graphically presented.*

*In particular the forth generation CNG fuel installation research stand, CO, HC and NO<sub>x</sub> concentrations for fuelled engine with gasoline and CNG in cold start, average concentrations of CO, HC and NO<sub>x</sub> for fuelled engine with gasoline and CNG are presented in the paper.*

**Keywords:** *emission, cold start, alternative fuel*

## EKOLOGICZNE PROBLEMY ROZRUCHU SILNIKA

### **Streszczenie**

*W dobie kończących się zasobów ropy naftowej oraz rygorystycznych norm emisji spalin w najnowszych modelach samochodów osobowych bardzo dużą wagę przywiązuje się do zagadnień związanych z ochroną środowiska. Poszukiwane są rozwiązania pozwalające na obniżenie emisji substancji szkodliwych. Jak wiadomo silnik spalinowy charakteryzuje największa emisja podczas rozruchu i w fazach przejściowych. Jednym ze sposobów zaradzenia tej sytuacji jest stosowanie podgrzewanych dopalaczy katalitycznych. W artykule przedstawiono koncepcję obniżenia emisji substancji szkodliwych podczas rozruchu zimnego silnika poprzez zastosowanie dodatkowej instalacji paliwowej. Zastosowano rozwiązanie oparte na rozruchu zimnego silnika przy zasilaniu sprężonym gazem ziemnym. Osiągnięto znaczną redukcję emisji substancji szkodliwych w pierwszej fazie pracy silnika. Dokonano porównania wyników pomiarów emisji przy zasilaniu benzyną oraz sprężonym gazem ziemnym. W celu uzyskania wiarygodnych wyników pomiary powtórzono wielokrotnie a rozrzut wyników w początkowej fazie powiązано z momentem zapłonu. Badania zostały przeprowadzone w takich samych warunkach, a ich, wyniki przedstawiono w formie graficznej.*

*W szczególności układ zasilania paliwem gazowym IV generacji stanowisko pomiarowe, stężenie CO, HC i NO<sub>x</sub> podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego benzyną i CNG, stężenie średnie CO, HC i NO<sub>x</sub> dla zasilania benzyną i CNG są prezentowane w artykule.*

**Słowa kluczowe:** *emisja substancji szkodliwych, zimny rozruch, paliwa alternatywne*

### **1. Wstęp**

Rozruch i faza nagrzewania silnika charakteryzuje się zwiększoną emisją substancji szkodliwych. Spowodowane jest to słabym odparowaniem paliwa (RVP) związanym z niską temperaturą silnika. Przekłada się to na słabe wymieszanie i niejednorodny skład mieszanki

paliwowo powietrznej [1, 2, 3]. Problem niskiej temperatury dotyczy również reaktora katalitycznego. Którego sprawność jest związana z temperatura i gwałtownie maleje poniżej 400°C. Zastosowanie wstępnego, małego, szybko nagrzewającego się dopalacza katalitycznego pozwala skrócić czas light-off. Jednak i tak mamy do czynienia w dalszym ciągu z podwyższoną emisją w pierwszej fazie pracy silnika, czyli około 20 sekund od rozruchu. Stosuje się również specjalne procedury rozruchowe w celu podniesienia temperatury w komorze spalania [4]. Mimo to rozruch silnika spalinowego charakteryzuje się zdecydowanie podwyższoną emisją substancji szkodliwych i stanowi duży problem. Dodatkowo wprowadzona w 2000 roku dyrektywa ECE R83.05 tzw. norma Euro 3 charakteryzuje się zmienionymi przepisami dotyczącymi pomiaru emisji substancji szkodliwych. W normie Euro 3 i kolejnych samochody są badane według nowego cyklu jezdny NEDC, oraz została usunięta czterdziestosekundowa zwłoka, podczas której pojazd pracował bez obciążenia. Innymi słowy pomiary są prowadzone od chwili rozruchu a ocenie podlegają wyniki z całego testu wyrażone w g/km [5, 6].

## 2. Koncepcja własna

Koncepcja własna opiera się na zastosowaniu dodatkowego układu paliwowego wykorzystującego gazowe paliwo rozruchowe. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala wyeliminować problemy związane ze złym odparowaniem paliwa ciekłego w niskich temperaturach. Wyeliminowane zostaje również niejednorodny skład mieszanki, gdyż paliwo gazowe o wiele lepiej miesza się z powietrzem, a utrzymanie odpowiedniego składu mieszanki w pierwszej fazie pracy silnika pozwala na polepszenie jego parametrów pracy.

## 3. Obiekt badań

Do badań wykorzystano seryjny samochód Alfa-Romeo 156 z silnikiem o zapłonie iskrowym.

Rodzaj	-	rzędowy, czterosuwowy, czterocylindrowy, 16-to zaworowy, zapłon iskrowym
Kod silnika	-	AR 67601
Usytuowanie	-	poprzecznie z przodu
Rodzaj chłodzenia	-	ciecz
Rozrząd	-	2 wałki w głowicy, zmienne fazy rozrządu zaworów dolotowych
Pojemność skokowa	cm <sup>3</sup>	1598
Średnica cylindra	mm	82
Skok tłoka	mm	75,65
Stopień sprężania	-	10,3
Moc max	kW	88 (6300 obr/min)
Moment obrotowy max	Nm	144 (4500 obr/min)

Samochód został doposażony w dodatkowy układ zasilania paliwem gazowym IV generacji firmy Elpigaz.

W celu przeprowadzenia niezbędnych badań konieczne było zmodyfikowanie algorytmu sterowania układu zasilania paliwem gazowym.



*Rys. 1. Układ zasilania paliwem gazowym IV generacji*  
*Fig. 1. The forth generation CNG fuel installation*

#### **4. Stanowisko pomiarowe**

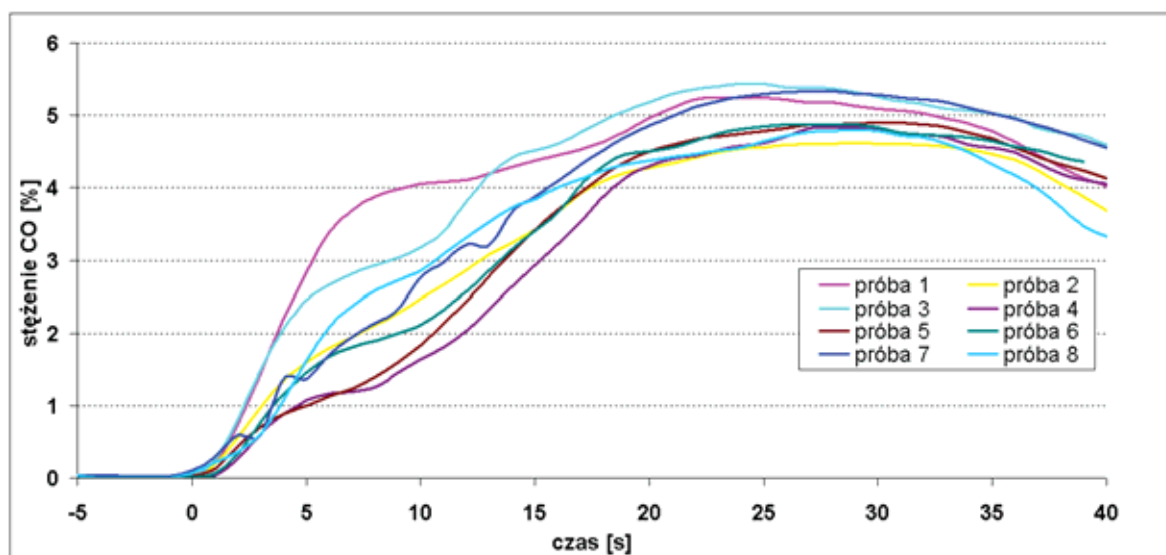
Stanowisko pomiarowe składa się z czterogazowego analizatora spalin Leader 8000 firmy Motorscan posiadającego możliwość zapisu danych z częstotliwością 1 Hz. W skład stanowiska wchodzi również komputer klasy PC służący do sterowania układem zasilania oraz zapisem danych.



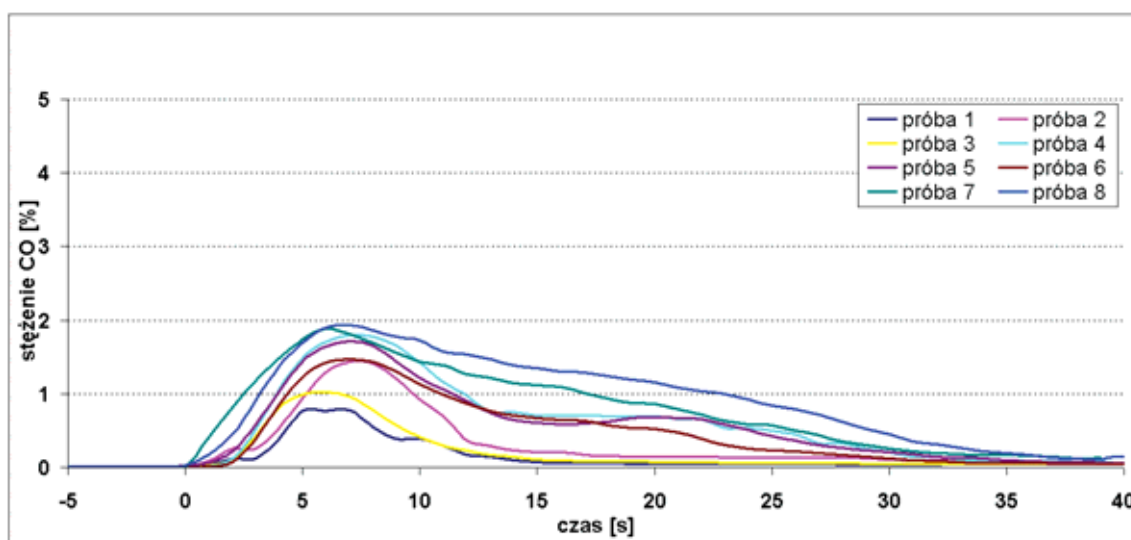
*Rys. 2. Stanowisko pomiarowe*  
*Fig. 2. Research stand*

#### **5. Wyniki badań**

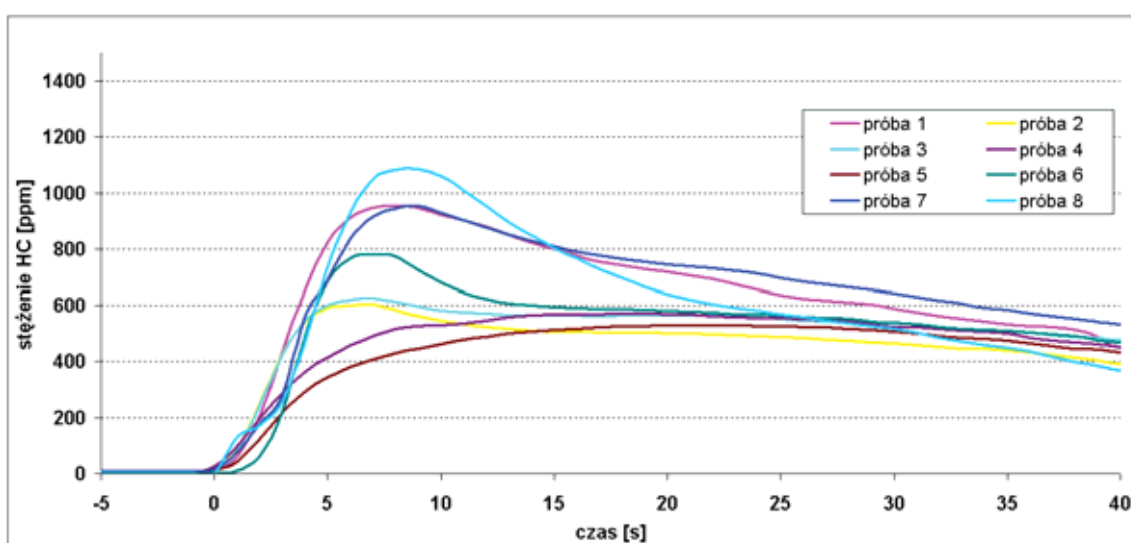
Badania zostały przeprowadzone w celu porównania emisji substancji szkodliwych podczas rozruchu zimnego silnika zasilanego benzyna i sprężonym gazem ziemnym. Pomiary wykonano w takich samych warunkach, silnik posiadał podczas rozruchu temperaturę poniżej 20°C, a pomiary powtarzano kilkakrotnie w celu wyeliminowania przypadkowych błędów.



Rys. 3. Stężenie CO podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego benzyną  
Fig. 3. Concentration of CO during gasoline fuelled engine cold start

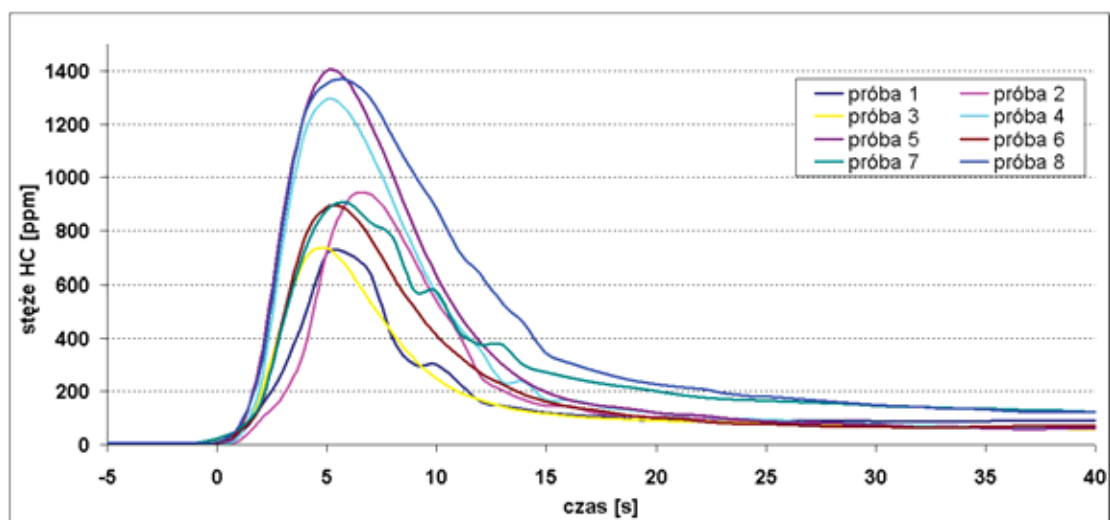


Rys. 4. Stężenie CO podczas rozruchów na CNG  
Fig. 4. Concentration of CO during CNG fuelled engine cold start

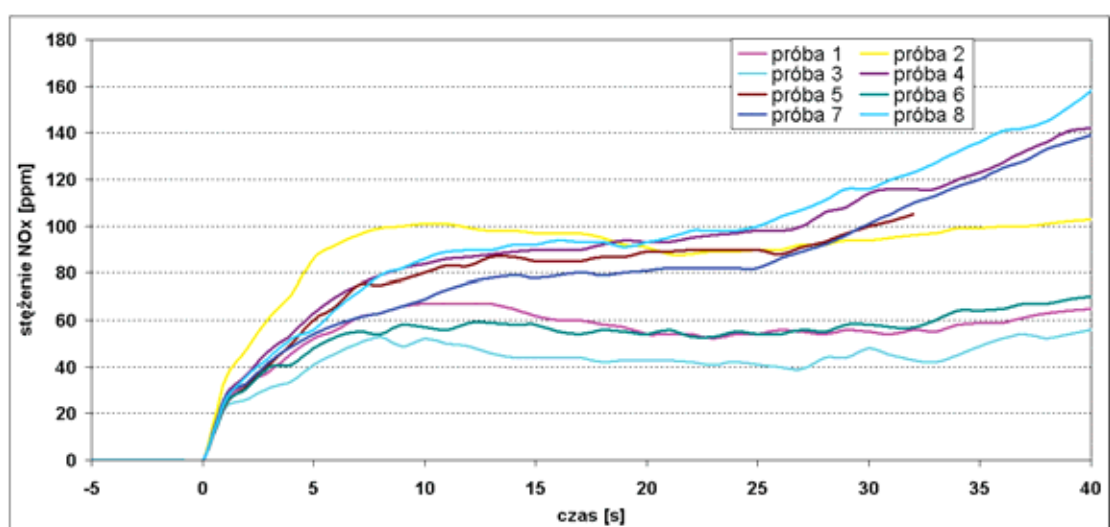


Rys. 5. Stężenie HC podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego benzyną  
Fig. 5. Concentration of HC during gasoline fuelled engine cold start

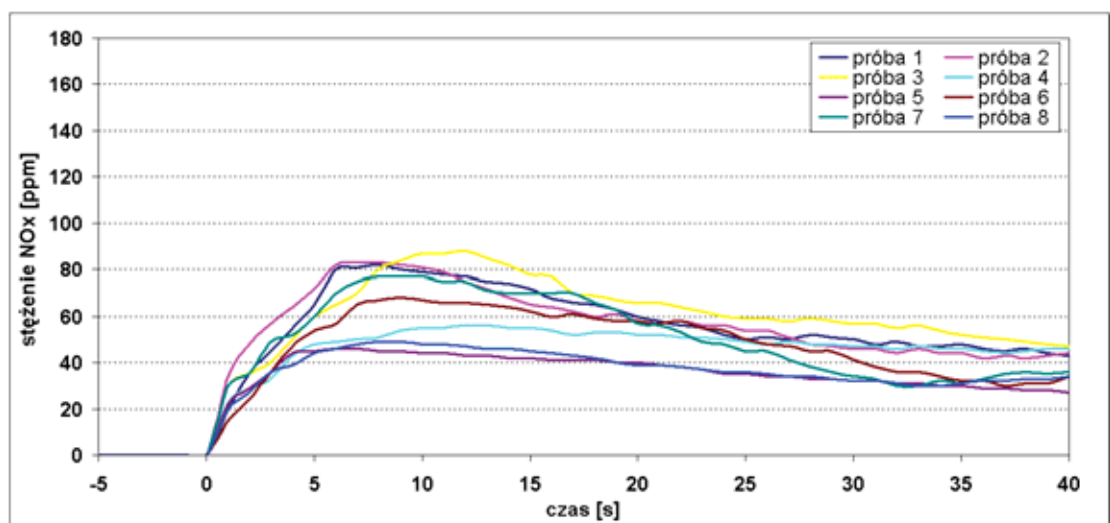




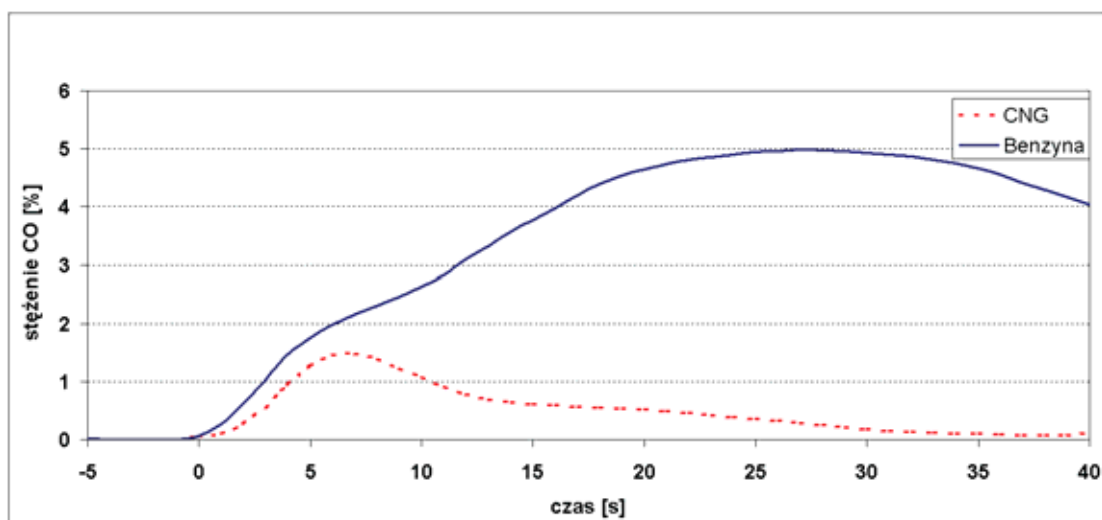
Rys. 6. Stężenie HC podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego CNG  
 Fig. 6. Concentration of HC during CNG fuelled engine cold start



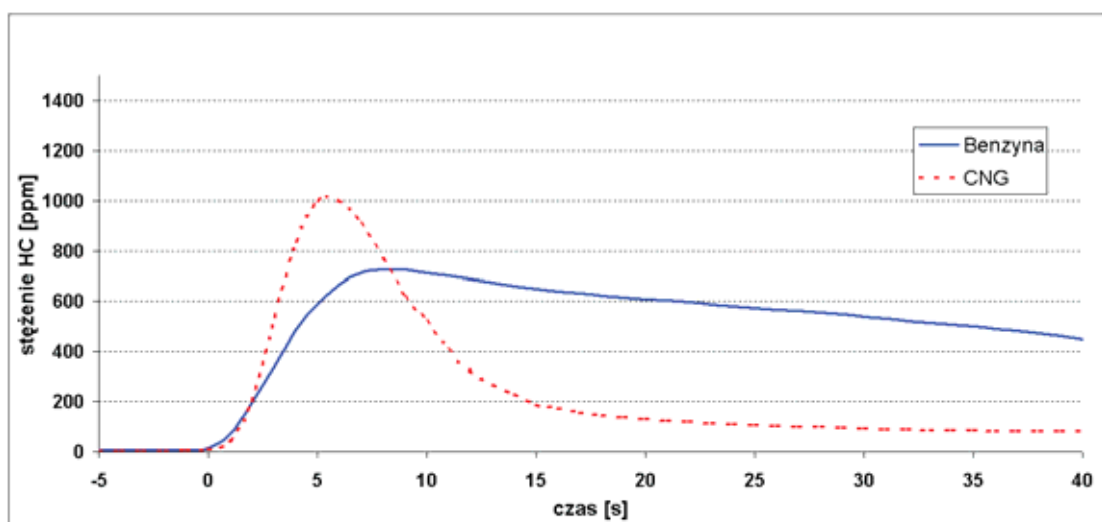
Rys. 7. Stężenie NO<sub>x</sub> podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego benzyną  
 Fig. 7. Concentration of NO<sub>x</sub> during gasoline fuelled engine cold start



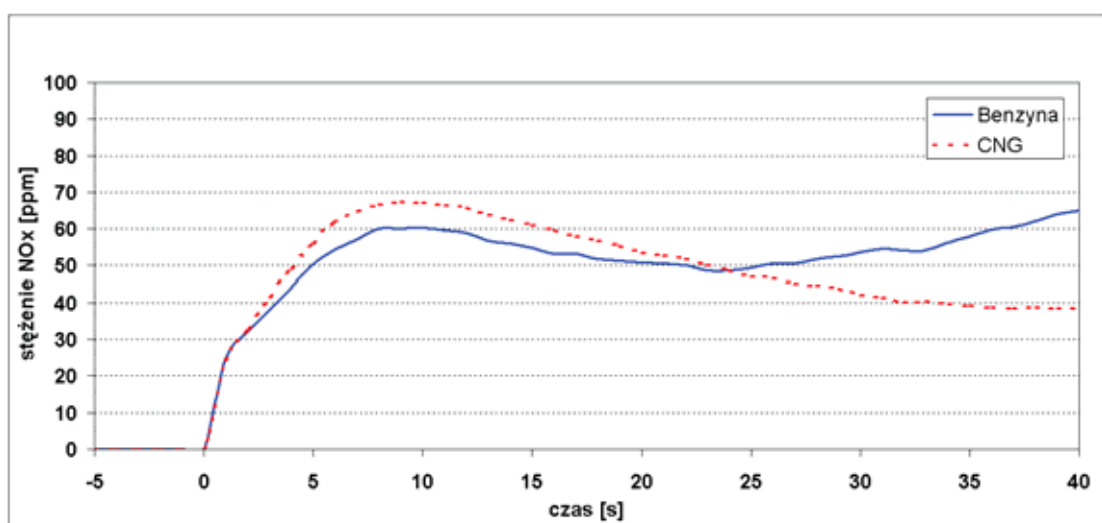
Rys. 8. Stężenie NO<sub>x</sub> podczas uruchamiania zimnego silnika zasilanego CNG  
 Fig. 8. Concentration of NO<sub>x</sub> during CNG fuelled engine cold start



Rys. 9. Stężenie średnie CO dla zasilania benzyną i CNG  
Fig. 9. Average Concentration of CO for gasoline and CNG fuelled engine



Rys. 10. Stężenie średnie HC dla zasilania benzyną i CNG  
Fig. 10. Average Concentration of HC for gasoline and CNG fuelled engine



Rys. 11. Stężenie średnie tlenków azotu dla zasilania benzyną i CNG  
Fig. 11. Average Concentration of NO<sub>x</sub> for gasoline and CNG fuelled engine

Stężenie CO podczas rozruchu na benzynie jest znacznie wyższe w porównaniu do rozruchu przy zasilaniu CNG, ilustruje to rys. 3 i rys. 4. Wynika to z udziału węgla w poszczególnym paliwie. Na wykresach tych można zauważyć, że zarówno dla benzyny jak i dla CNG moment rozpoczęcia działania reaktora katalitycznego występuje po upływie około 30s.

Stężenie HC (rys. 5), podobnie jak w przypadku emisji CO, podczas rozruchu na benzynie jest znacznie wyższe. Jednak w przypadku rozruchu na CNG można zauważyć chwilowe wyższe stężenie HC co przedstawia rys. 6. Jego maksimum występuje w 5s i następnie gwałtownie spada.

W przypadku emisji NO<sub>x</sub> można zauważyć mniejsze różnice porównując wartości emisji przy zasilaniu silnika benzyną i CNG.

## **6. Podsumowanie**

Zastosowanie dodatkowego układu zasilania z gazowym paliwem rozruchowym poprawia wskaźniki pracy silnika. Po przeanalizowaniu wyników można stwierdzić, że poprzez zastosowanie paliwa rozruchowego uzyskano znaczną redukcję substancji szkodliwych. Natomiast rozbieżności wyników poszczególnych rozruchów zostały powiązane z momentem zapłonu. Wynika to z faktu nieustalanej pracy silnika w fazie rozruchu. Ponadto nie jest możliwe uzyskanie takich samych momentów zapłonu dla kolejnych rozruchów. Podczas opracowywania wyników zostało uwzględnione opóźnienie pomiaru, które dla (CO, CO<sub>2</sub>, HC) wynosi 7s, z kolei dla NO<sub>x</sub> wynosi 12s z uwagi na dodatkowa drogę pomiarową.

## **Literatura**

- [1] Chłopek, Z., *Ochrona środowiska naturalnego*, WKiŁ, Warszawa, 2004.
- [2] Merkisz, J., *Wpływ motoryzacji na skażenie środowiska naturalnego*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.
- [3] Merkisz, J., *Emisja związków toksycznych przez silniki spalinowe w świetle obowiązujących przepisów i perspektywy ich zmian*, Silniki spalinowe, nr 1-2, 1992.
- [4] Merkisz, J., Mazurek S., *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych OBD*, WKiŁ, Warszawa 2007.
- [5] ECE R49.
- [6] Directive 98/69/EC of the European parliament and of the council of 13 October 1998.

