

# BADANIA EMISJI SPALIN SILNIKÓW ROLNICZYCH ZESTAWÓW TRANSPORTOWYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodykę i wyniki porównawczych badań drogowych dwóch zestawów stosowanych w rolnictwie do transportu ciężkich ładunków: ciągnika rolniczego z przyczepą transportową i drogowego ciągnika siodłowego z naczepą. Przeprowadzono pomiar emisji CO<sub>2</sub> i toksycznych składników spalin (CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM) oraz parametrów eksploatacyjnych pojazdów. Dokonano oceny badań zestawów transportowych pod względem uciążliwości dla środowiska naturalnego oraz wpływu ich parametrów eksploatacyjnych na ekonomikę transportu i bezpieczeństwo ruchu drogowego.

**Słowa kluczowe:** ciągnik rolniczy, ciągnik siodłowy, silnik spalinowy, emisja spalin, badania drogowe, metodyka, ekonomika transportu, bezpieczeństwo ruchu drogowego

## Wstęp

Transport rolniczy jest ważną częścią technologii produkcji roślinnej. W szczególności przewożenie ładunków o dużych masach stanowi w niej istotną pozycję, z uwagi na zaangażowanie środków, koszt i czas wykonania. Transport ładunków ciężkich odbywa się najczęściej po drogach publicznych i występuje w czasie zbioru plodów (ziarno zbóż, ziemniaki, buraki cukrowe, zielonka) z pól podczas ich przewozu do magazynów lub zakładów przetwórczych. Ocena parametrów ekologicznych środków transportu rolniczego wykorzystywanych do przewozu ciężkich ładunków jest istotnym elementem pozwalającym kształtować kierunek zmian regulacji prawnych i rozwój nowych konstrukcji realizujących zadania transportowe.

## Obiekty badań

Badania drogowe zestawu ciągnik rolniczy - przyczepa transportowa przeprowadzono wykorzystując ciągnik John Deere 7230R napędzany silnikiem ZS PowerTech PVX, spełniającym normę emisji spalin Stage IIIB [2]. Na dwuosiowej przyczepie transportowej zagregowanej z ciągnikiem

umieszczono ładunek około 20 000 kg.

Drogowy ciągnik siodłowy Scania R420 wyposażony w rzędowy sześciocyldrowy silnik ZS spełniał normę emisji spalin Euro 3 [3]. Zagregowana z nim naczepa skrzyniowa obciążona była ładunkiem około 20 000 kg.

## Aparatura pomiarowa

Pomiary stężeń składników spalin przeprowadzono przy użyciu mobilnego analizatora SEMTECH-DS firmy Sensors Inc. (tab. 1). Umożliwia on pomiar stężeń związków zawartych w spalinach oraz zużycia paliwa, mierząc jednocześnie masowe natężenie przepływu spalin.

Do pomiaru emisji cząstek stałych (PM) zawartych w spalinach zastosowano analizator Semtech Laser Aerosol Monitor (LAM) firmy Sensors Inc. W przyrządzie tym wykorzystano zjawisko rozpraszania światła laserowego przez cząstki stałe zawieszony w gazach wylotowych. Semtech LAM pozwala określić stężenie PM w spalinach w czasie rzeczywistym. Może on być używany jako sprzęt stacjonarny oraz do badań drogowych. Podstawowe parametry analizatora Semtech-LAM przedstawiono w tab. 2.

Tab. 1. Charakterystyka mobilnego analizatora spalin SEMTECH DS [4]

Table 1. Characteristics of SEMTECH DS mobile analyzer of exhaust fumes [4]

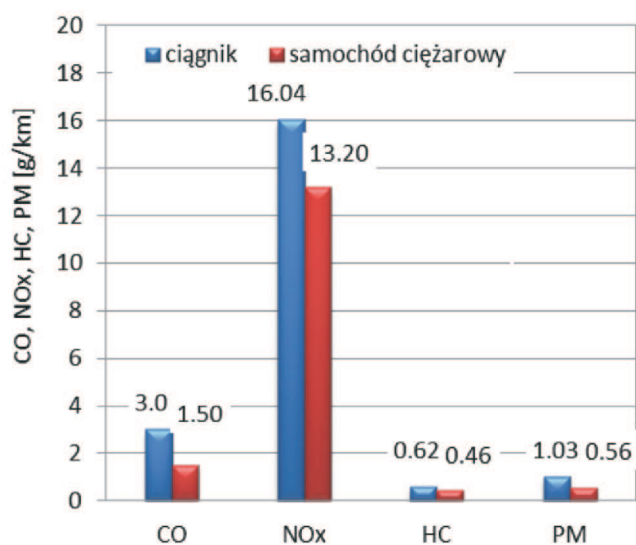
Parametr	Metoda pomiaru	Dokładność
1. Stężenie związków		
CO	NDIR - niedyspersyjna (podczerwień), zakres 0-10%	±3%
HC	FID - płomieniowo-jonizacyjna, zakres 0-10 000 ppm	±2,5%
NO <sub>x</sub> = (NO + NO <sub>2</sub> )	NDUV - niedyspersyjna (ultrafiolet), zakres 0-3000 ppm	±3%
CO <sub>2</sub>	NDIR - niedyspersyjna (podczerwień), zakres 0-20%	±3%
O <sub>2</sub>	elektrochemiczna, zakres 0-20%	±1%
częstotliwość próbkowania	1-4 Hz	-
2. Przepływ spalin	masowe natężenie przepływu T <sub>max</sub> do 700°C	±2,5% ±1% zakresu
3. Czas nagrzewania	15 min	-
4. Czas odpowiedzi	T <sub>90</sub> < 1 s	-
5. Obsługiwane systemy diagnostyczne	SAE J1850/SAE J1979 (LDV) SAE J1708/SAE J1587 (HDV) CAN SAE J1939/J2284 (HDV)	-

Tab. 2. Dane techniczne analizatora Semtech-LAM [4]  
Table 2. Specifications of Semtech-LAM analyzer [4]

Zakres pomiarowy	0 do 40 mg·m <sup>-3</sup> 0 do 700 mg·m <sup>-3</sup>
Wielkość cząstek	100 do 10 000 nm
Rozdzielczość	0,01 mg·m <sup>-3</sup>
Stabilność	<0,25 mg·m <sup>-3</sup> powyżej 6 h
Przepływ próbki spalin	1,5 dm <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>
Częstotliwość próbkowania	5 Hz
Wyjście	RS232 Analog
Napięcie zasilania	12 do 24 VDC lub 110 do 240 VAC
Temperatura pracy	0 do 40°C (104°F)

## Przebieg i wyniki badań

Porównawcze badania drogowe emisji składników spalin zestawów ciągnik rolniczy - przyczepa i ciągnik drogowy - naczepa przeprowadzono na drogach publicznych o długości około 22 km. Trasa wytyczona została na obszarze pozamiejskim i była charakterystyczna dla środków transportu wykonujących zadania dla rolnictwa. Odcinek badawczy przebiegał niemal w całości po drogach utwardzonych o zróżnicowanej jakości nawierzchni. Każdy z zestawów transportowych (ciągnik rolniczy - przyczepa i drogowy ciągnik siodłowy - naczepa) pokonywał trasę jednokrotnie. Podczas jazdy rejestrowano stężenia składników gazów wylotowych - tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), tlenków azotu (NO<sub>x</sub>), węglowodorów (HC), cząstek stałych (PM), a także przebytą drogę, czas i prędkość przejazdu oraz zużycie paliwa.

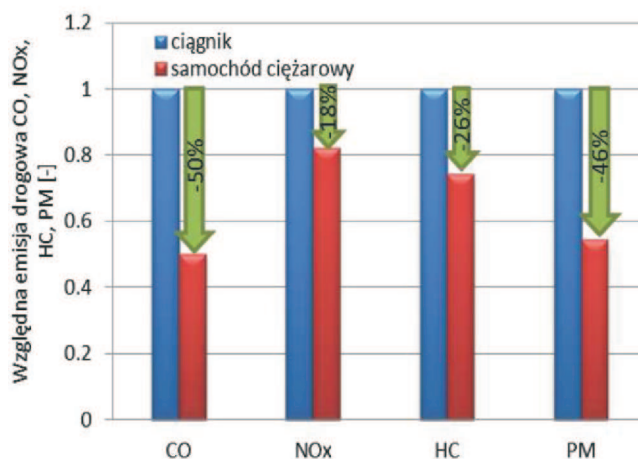


Rys. 1. Porównanie emisji drogowej samochodu ciężarowego i ciągnika rolniczego podczas badań w rzeczywistych warunkach eksploatacji

Fig. 1. Comparison of road emission of a lorry and the farm tractor during examinations in the real conditions of service

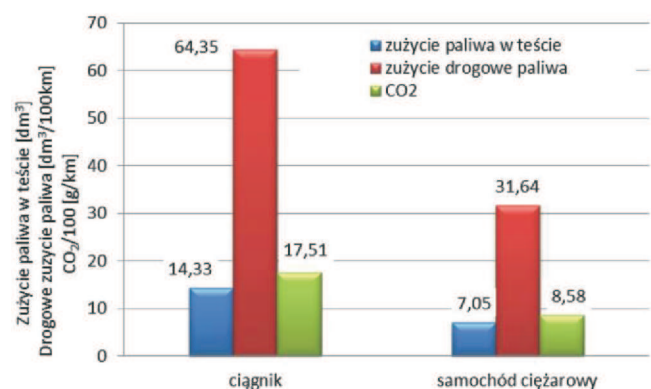
Na podstawie uzyskanych wyników emisji gazów wylotowych silników zestawów transportowych badanych w rzeczywistych warunkach użytkowania stwierdzono, że maksymalna emisja drogowa CO dla ciągnika rolniczego wyniosła 3 g·km<sup>-1</sup> i była większa o 1,5 g·km<sup>-1</sup> od emisji samochodu ciężarowego (rys. 1). Również emisja drogowa takich składników spalin, jak NO<sub>x</sub>, HC i PM, była większa dla ciągnika rolniczego. Z określonej względnej emisji drogowej wynika, że najmniejsze względne różnice dla ciągnika rolniczego i samochodu ciężarowego wystąpiły dla HC oraz NO<sub>x</sub> i wynoszą odpowiednio: 26 i 18% (rys. 2). Z kolei największe względne różnice dotyczą emisji CO i PM. Wobec danych przytoczonych we

wstępie różnice w emisji cząstek stałych mogą mieć wpływ na stan zdrowia operatora ciągnika. Analizując uzyskane wartości zużycia paliwa stwierdzono, że ciągnik rolniczy w trakcie badań zużył ponad 64 dm<sup>3</sup> oleju napędowego, co stanowiło 200% ilości paliwa zużytego przez samochód ciężarowy (rys. 3). Emisja drogowa CO<sub>2</sub> była pro-porcjonalna do zużycia paliwa i wyniosła dla ciągnika rolniczego 17,5 g·km<sup>-1</sup> i dla samochodu ciężarowego 8,58 g·km<sup>-1</sup>. Tak istotna różnica w zużyciu paliwa wynika, przede wszystkim, z dłuższego czasu przejazdu



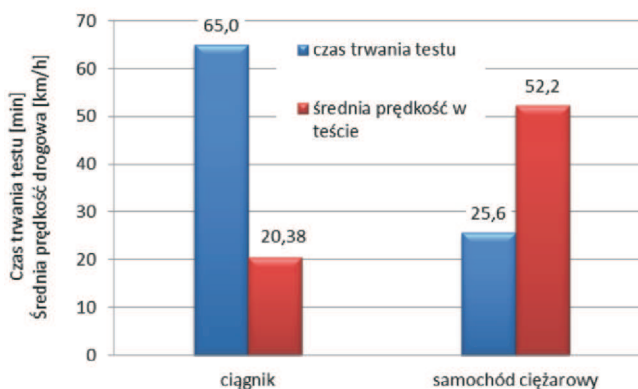
Rys. 2. Względna emisja drogowa podczas badań w rzeczywistych warunkach eksploatacji

Fig. 2. Relative road emission during examinations in the real conditions of service



Rys. 3. Zużycie paliwa i zużycie drogowe paliwa podczas badań w rzeczywistych warunkach eksploatacji

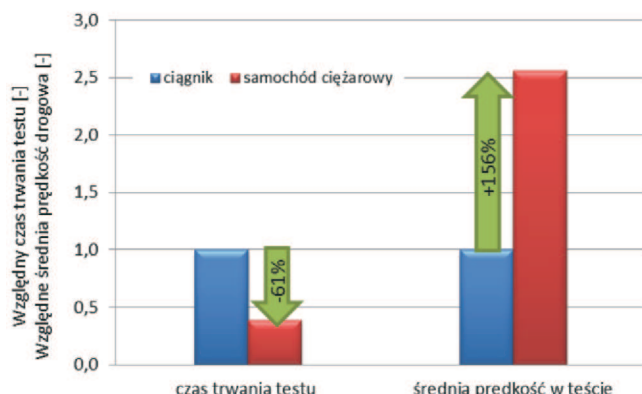
Fig. 3. Fuel consumption and road consumption of fuel during examinations in the real conditions of service



Rys. 4. Czas i średnie prędkości przejazdu podczas badań w rzeczywistych warunkach

Fig. 4. Time and average speeds of the ride during examinations in real conditions

ciągnika rolniczego, który wyniósł 65 min - podczas gdy ciągnik siodłowy potrzebował na przejazd odcinka pomiarowego nieco ponad 25 min (rys. 4). Konsekwencją tego jest również osiągnięcie przez samochód ciężarowy większej średniej prędkości przejazdu, która wyniosła 52,2 km·h<sup>-1</sup> i była większa o 156% od prędkości ciągnika rolniczego (rys. 5).



Rys. 5. Względny czas i względne średnie prędkości przejazdu podczas badań w rzeczywistych warunkach  
Fig. 5. The relative time and relative average speeds of the ride during examinations in real conditions

### Podsumowanie

Przedstawiona metodyka badań emisji związków toksycznych spalin daje możliwość oceny parametrów ekologicznych ciągników rolniczych i samochodów ciężarowych

wykorzystywanych w transporcie rolniczym. Na podstawie powyższych badań można stwierdzić, że do transportu ładunków o dużej masie, a z wcześniejszych wynika, że i o mniejszej [1], korzystniejsze jest zastosowanie samochodowego pojazdu ciężarowego. Realizowanie rolniczych przewozów drogowych zestawami ciągnikowymi obciąża środowisko naturalne toksycznymi zanieczyszczeniami w znacznie większym stopniu, niż w przypadku transportu samochodowego. Ponadto wskaźniki ekonomiczne i eksploatacyjne są również znacznie korzystniejsze dla samochodowych pojazdów ciężarowych niż dla zestawów ciągnikowych realizujących przewozy.

Inną korzyścią z zastosowania samochodu ciężarowego zamiast ciągnika rolniczego jest wyeliminowanie utrudnień w ruchu drogowym wynikających z faktu, że ciągniki są pojazdami wolnobieżnymi. W tym ostatnim przypadku następuje również poprawa bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Pożądane jest stąd dążenie do wyeliminowania z rolniczych prac transportowych, prowadzonych na drogach publicznych, zestawów ciągnikowych przez zastąpienie ich samochodami ciężarowymi lub nowo opracowanymi środkami transportowymi.

### Bibliografia

- [1] Merkisz J., Lijewski P., Weymann S., Dubowski A. P., Skorny G.: Exhaust Emissions from agricultural vehicles used in transport. IV Międzynarodowy Kongres Silników Spalinowych, Radom, 16-17 czerwca 2011.
- [2] John Deere Polska Sp. z o. o. - materiały firmowe.
- [3] Scania Polska S. A. - materiały firmowe.
- [4] Sensors Inc. - materiały firmowe.

## RESEARCH OF EXHAUST EMISSION OF ENGINES OF AGRICULTURAL TRANSPORT SETS

### Summary

The article contains methodology and results of comparative road tests of two transportation sets used to move heavy loads: a tractor with trailer and a truck tractor with semi-trailer. The emission of CO<sub>2</sub>, toxic components of exhaust gases (CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM) and operating parameters were measured. Valuation of tested transportation sets in terms of environmental nuisance and operating parameters effect on transport economics and safety of road traffic was also carried out.

**Key words:** farm tractor, semi-trailer truck, internal-combustion engine, exhaust emission, road experiments, methodology, economics of transport, road safety



### A DICTIONARY OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SIX LANGUAGES

Jest pierwszym tego typu słownikiem wydany w Polsce.

Zawiera on ponad 13.350 wiodących angielskich terminów podanych w układzie alfabetycznym z odpowiednikami w języku polskim, niemieckim, francuskim, włoskim i rosyjskim.

Wydawca: PIMR Poznań.

**AGRONOMA ZATRUDNIĘ**  
z woj. lubuskiego  
**726-258-505**  
CV pod adres e-mail  
biuro@gallardo.pl

