

**Maciej Gis**

maciej.gis@its.waw.pl

Instytut Transportu Samochodowego

## **STUDIUM BADAŃ SAMOCHODU OSOBOWEGO ZASILANEGO PALIWEM ETANOLOWYM E85**

Paliwa alternatywne stanowią coraz większą część paliw na rynku motoryzacyjnym. Wśród paliw alternatywnych bardzo istotnymi są paliwa odnawialne, umożliwiające zmniejszenie globalnej emisji dwutlenku węgla. Jednym z pomysłów w tym zakresie jest wykorzystanie etanolu (EtOH, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) w postaci paliwa etanolowego E85, czyli mieszanki etanolu oraz benzyny silnikowej w stosunku 85:15.

W związku z możliwością szerszego wykorzystania tego paliwa, niektórzy producenci pojazdów stworzyli odmiany swoich pojazdów o nazwie FlexiFuel. Ten skrót oznacza możliwość zasilania silnika pojazdu etanolem czy bioetanolem.

Aby ocenić emisyjność samochodu zasilanego tego typu paliwem przeprowadzone zostały badania w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego na samochodzie osobowym przystosowanym do zasilania ww. paliwem. Do badań wykorzystano paliwo etanolowe E85.

Badania zostały przeprowadzone w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego, w centrum Warszawy. Wybór trasy badawczej w centrum dużego miasta był uzasadniony faktem intensywniejszego wykorzystywania samochodów osobowych w warunkach miejskich, w tym samochodów typu FlexiFuel. Natomiast sama trasa przejazdowa została wybrana tak, aby była w miarę reprezentatywna dla ruchu samochodów w Warszawie.

Słowa kluczowe: samochód osobowy, benzyna, etanol, bioetanol

## ***STUDY TESTS OF A PASSENGER CAR POWERED BY E85 ETHANOL FUEL***

*Alternative fuels represent an increasing share of fuel in the automotive market. Alternative fuels are very important for renewable fuels to reduce the global emission of CO<sub>2</sub>. One of the ideas in this regard is the use of ethanol (EtOH, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) as ethanol fuel E85 is ethanol and engine gasoline in 85:15.*

*As a result of the increased use of this fuel, some vehicle manufacturers have created variants of their vehicles called FlexiFuel. This acronym stands for the ethanol engine or bioethanol engine.*

*In order to assess the emissivity of a car powered by this type of fuel, real road traffic conditions were tested on a passenger car adapted to the above mentioned fuel. Ethanol E85 fuel was used.*

*The research was conducted in real traffic conditions, in the center of Warsaw. The selection of a research route in the center of a large city was justified by the increased use of passenger cars in urban areas such as FlexiFuel vehicle. On the other hand, the route itself was chosen so that it was as representative of the car traffic in Warsaw.*

*Key words: vehicle, gasoline, ethanol, bioethanol*

## 1. Wprowadzenie

Emisja substancji szkodliwych (spalin), w tym z pojazdów samochodowych jest obecnie jednym z kluczowych problemów. Jednym z powodów zwiększającej się emisji substancji zanieczyszczających (spalin) jest zwiększenie się liczby mieszkańców miast eksploatujących coraz więcej samochodów z konwencjonalnymi silnikami. W związku z tym zwiększa się też zapotrzebowanie na paliwa kopalne [4], [5].

Pomimo coraz nowocześniejszych jednostek napędowych oraz ich dość precyzyjnych układów oczyszczania spalin, cały czas istotnym problemem jest nadmierna emisja gazów cieplarnianych. Zalicza się do nich m.in.: dwutlenek węgla  $\text{CO}_2$ , metan  $\text{CH}_4$  czy podtlenek azotu  $\text{N}_2\text{O}$  [7], [10], [11].

Nadmierna emisja substancji szkodliwych sprawiła, że coraz większy nacisk kładzie się na alternatywne napędy i alternatywne paliwa do zasilania pojazdów. Producenci pojazdów koncentrują się obecnie na opracowywaniu technologii pojazdów hybrydowych oraz elektrycznych.

Jednak mimo głównego nurtu prac nad opracowywaniem alternatywnych napędów pojazdów, pracuje się również nad innymi sposobami zmniejszenia emisji zanieczyszczeń (spalin), a przy tym zmniejszaniu emisji gazów cieplarnianych. Można wymienić w tym przypadku choćby zasilanie gazowe (metan) albo zasilanie silników pojazdów paliwami alkoholowymi np. bioetanolem.

Niniejszy artykuł dotyczy zasilania silników z zapłonem iskrowym (ZI) paliwem biometanolowym. Według m.in. [2] uznaje się, że mieszanina o dodatku 5% (V/V) bioetanolu w mieszaninie z benzyną nie jest klasyfikowana jako biopaliwo, a jedynie jako dodatek do benzyny. Wielkość udziału etanolu w formie paliwa do silników z ZI decyduje o podziale paliw etanolowych na [6]:

- paliwo o małym udziale etanolu – do 10% (V/V) to benzyna silnikowa E10, w tym E5. Paliwo to jest obecne w USA (do 15% (V/V)), Australii, Nowej Zelandii i Europie. W Europie w 2014 roku udział paliw E10 w rynku benzyn wynosił: Francja 32%, Niemcy 20%, Finlandia 61%, Litwa 2,96%,
- paliwo o średnim udziale etanolu do 20-25% (V/V),
  - benzyna silnikowa E20. Paliwo to wykorzystuje się obecnie na rynkach Brazylii, Finlandii i Paragwaju,
- paliwo o dużym udziale etanolu – do 85% (V/V),
  - paliwo etanolowe, wykorzystywane na rynkach USA, Brazylii i w Europie (Szwecja, Francja, Niemcy, Węgry, Czechy, Litwa, Szwajcaria, Holandia, Irlandia, Wielka Brytania i Norwegia).

Powyższe rodzaje paliw etanolowych są komponowane z wykorzystaniem etanolu bezwodnego. W niektórych krajach np. Holandii dystrybuowana jest bezołowiowa benzyna silnikowa hE-15 zawierająca do 15% (V/V) zawodnionego etanolu, w Brazylii jest to paliwo E100, które składa się z etanolu zawierającego 4,9% (V/V) wody [6].

Przez jakiś czas na stacjach paliwowych w kraju dostępne było paliwo etanolowe E85. Z chemicznego punktu widzenia jest to mieszanina zawierająca 80-85% etanolu pochodzenia roślinnego (tzw. bioetanolu), 15% benzyny oraz niewielkie ilości różnego rodzaju domieszek stabilizujących i uszlachetniających. Natomiast oznaczenie w nazwie samochodu FlexiFuel oznacza możliwość jego zasilania benzyną, paliwem etanolowym E85 lub dowolną mieszaniną obydwu tych paliw [6], [8].

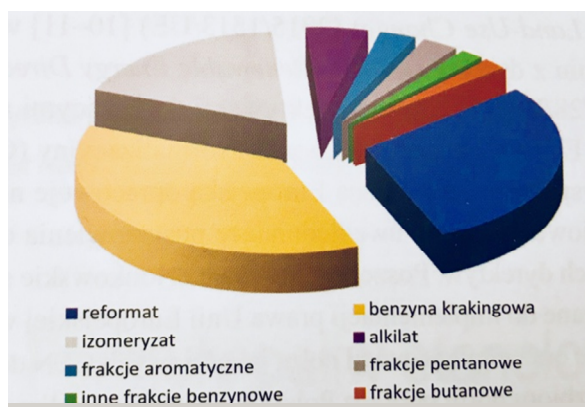
## 2. Paliwo etanolowe E85 paliwem do silników z ZI

Bioetanol to czysta bezbarwna ciecz, otrzymywana w drodze fermentacji z surowców będących źródłem cukru, skrobi. Do jej produkcji wykorzystuje się m.in. trzcinę cukrową, ale też kukurydzę, pszenicę lub buraki cukrowe [1], [4], [9].

Według [4] w Europie bioetanol jest produkowany w większości z roślin zbożowych i buraków cukrowych przy wykorzystaniu fermentacji. W wyniku fermentacji otrzymuje się ok. 15% roztwór wodny etanolu z domieszką innych alkoholi. Czysty etanol wydziela się przez destylację, w wyniku której otrzymuje się tzw. spirytus rektyfikowany, składający się w 96% z etanolu i 4% z wody. Aby możliwe było zastosowanie etanolu jako paliwa do zasilania silników, etanol musi zostać odwodniony, ponieważ obecna w paliwie woda powoduje przyspieszoną korozję niektórych elementów silnika [8].

Alkohol etylowy jest popularnie nazywany etanolem. Etanol do celów przemysłowych jest często produkowany poprzez bezpośrednią syntezę z gazu syntezowego (mieszaniny CO, H<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O), która prowadzi do czystego chemicznie etanolu [17]. Na świecie użytkowany jest, jak podano wyżej, w szeregu krajach w postaci bioetanolu. Jego wykorzystywanie ma miejsce np. w Brazylii, gdzie bioetanol produkowany jest m.in. z trzciny cukrowej. To paliwo charakteryzuje się w stosunku do benzyny reformowanej m.in.: mniejszą wartością opałową, teoretycznie mniejszym zapotrzebowaniem powietrza do spalania mieszanki, większą liczbą oktanową (możliwość stosowania większego stopnia sprężania), mniejszą energią zapłonu (możliwość pracy na ubogiej mieszance), większą skłonnością do korozji oraz rozpuszczania elementów gumowych silnika [8].

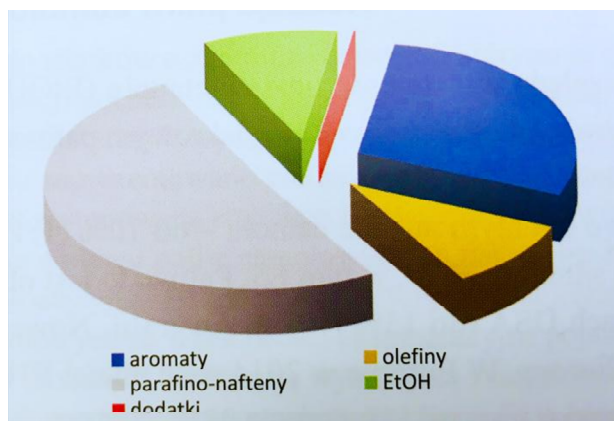
Na rys. 1 jest przedstawiony typowy komponentowy i węglowodorowy skład grupy formuły tradycyjnej benzyny bezołowiowej. W węglowodorowej formule chemicznej benzyny bezołowiowej dominują frakcje reformatu benzyny krakingowej i izomeryzatu: inne frakcje stanowią niewielką część. W podziale na grupy węglowodorów największy udział mają węglowodory parafinowo-naftenowe, następnie aromatyczne, a na końcu olefinowe [12].



Rys. 1. Tradycyjna formuła węglowodorowej benzyny bezołowiowej [12]  
*Fig. 1. Traditional formula of a hydrocarbon unleaded petrol [12]*

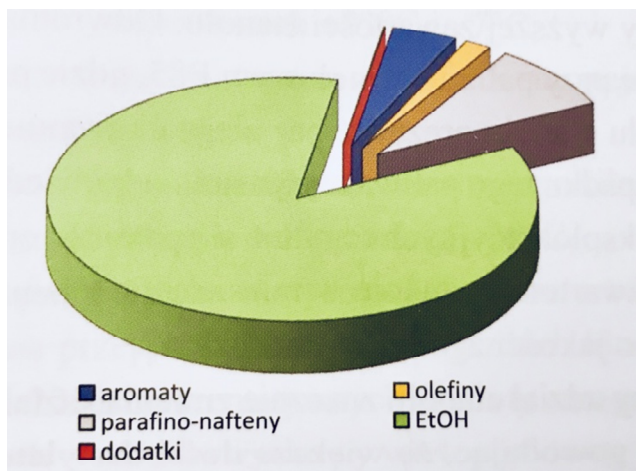
W skład benzyny silnikowej wchodzi także pakiety dodatków uszlachetniających w ilości poniżej 0,1% (m/m). Wprowadzenie etanolu w ilości 5% (V/V) w formułę tradycyjnej benzyny bezołowiowej powoduje niewielkie zmiany w ilościach

poszczególnych grup węglowodorów, ale dodatek etanolu w ilości 10% (V/V) jest już zauważalny – rys. 2 [12].



Rys. 2. Formuła benzyny bezołowiowej o małym (10% (V/V) udziale EtOH [12]  
Fig. 2. Unleaded petrol formula with a small 10% (V / V) EtOH component [12]

Drugim rodzajem paliwa stosowanego do zasilania pojazdów z silnikiem o zapłonie iskrowym w pojazdach FlexiFuel jest paliwo etanolowe E85. W przypadku jego formuły następuje całkowite odwrócenie proporcji udziałów poszczególnych grup węglowodorowych, co zostało przedstawione na rys. 3 [12].



Rys. 3. Formuła paliwa etanolowego E85 [12]  
Fig. 3. E85 ethanol fuel formula [12]

Pojazdy z konwencjonalnymi silnikami spalinowymi o zapłonie iskrowym (ZI) są przystosowane do zasilania jedynie paliwem E10, czyli zawierającym do 10% bioetanolu w mieszaninie z benzyną (do 90% benzyny silnikowej). Aby jednostka napędowa mogła być zasilana paliwem bioetanolowym o zawartości przekraczającej 10% bioetanolu, wymagana jest regulacja elektronicznych układów sterowania silnika (układu wtrysku oraz zmiana kąta wyprzedzenia zapłonu). Może dojść też do przyspieszonego efektu korozji niektórych elementów metalowych silnika oraz degradacji zastosowanych elastomerów,

mimo iż alkohol jest odwodniony. Przez to konieczne jest zastosowanie specjalnie wykonanych elementów jednostki napędowej [3], [8].

Warto też nadmienić, że relatywnie rzadko stosuje się paliwo E100 (paliwo bioetanolowe z dodatkowymi uszlachetniającymi). Jest to spowodowane problemami z rozruchem silnika przy niskich temperaturach. Dlatego etanol przeważnie jest mieszany z benzyną silnikową. Najbardziej rozpowszechnioną jego formą jest właśnie paliwo etanolowe E85 o stosunku bioetanolu do benzyny 85:15 [8].

### 3. Obiekt badań

Obiektem badawczym było paliwo etanolowe E85. W tabeli 1 przedstawiono jego główne parametry.

Wybrane parametry badanego paliwa etanolowego E85 [15]

Tabela 1

Table 1

*Selected parameters of the tested ethanol E85 fuel [15]*

Dane techniczne	
Gęstość w temp 15°C	782,2±0,4 kg/m <sup>3</sup>
Okres indukcyjny	>480 min
Zawartość żywic po przemyciu	<1 mg/100 ml
Zawartość żywic obecnych	1 mg/100 ml
Całkowita kwasowość (w przeliczeniu na kwas octowy)	<0,001% (m/m)
Przewodność elektryczna w temperaturze 25°C	0,76±0,11 μS/cm
Zawartość etanolu	85,8% (V/V)
Inne związku tlenkowe (alkohole, estry)	<0,17% (V/V)
Tlen związany organicznie	30,29% (m/m)
Zawartość wody	400±140 mg/kg
Udział miedzi	<0,10 mg/kg
Udział fosforu	<0,15 mg/kg
Zawartość siarki	<3 mg/kg
Prężność par	34,1±1,4 kPa
Zawartość chlorków nieorganicznych	<2,0 mg/l
Zawartość siarczanów	<0,9 mg/l

Badania przeprowadzono na samochodzie osobowym marki Ford Focus, wyprodukowanym w 2008 roku, spełniającym normę emisji spali Euro 4, wyposażonym w silnik typu FlexiFuel, o przebiegu 196 906 km, objętości skokowej 1,8 dm<sup>3</sup> i mocy 125 KM. Jest to jednostka napędowa seryjnie przystosowana do zasilania paliwem etanolowym E85. Aby jednostka napędowa mogła być zasilana bioetanołem konieczne było przeprowadzenie jej modyfikacji.

Zmianie uległy gniazda zaworów, które zostały wykonane z utwardzonych materiałów (zwiększona odporność na korozję), kąt wyprzedzenia zapłonu, (konieczność dostosowania do aktualnego składu mieszanki bioetanolu i benzyny w zbiorniku) oraz wyposażenie bloku silnika w podgrzewanie (stosowane przy pracy jednostki napędowej w temperaturach mniejszych niż -15°C). W tabeli 2 podano dane techniczne użytego w badaniach pojazdu, natomiast na rys. 4-5 przedstawiono zdjęcia wykorzystanego w badaniach pojazdu z zamontowaną aparaturą badawczą.

Ważniejsze dane techniczne badanego pojazdu [16]

Table 2

More important technical data of the tested vehicle [16]

Dane techniczne	
Typ silnik	benzynowy, R4, wolnossący
Objętość skokowa	1798 cm <sup>3</sup>
Moc jednostki napędowej	125 KM
Maksymalnym moment obrotowy jednostki napędowej	165 Nm
Przekładnia	manualna, 5-biegowa
Masa własna pojazdu	1402 kg
Prędkość maksymalna	198 km/h
Przyspieszenie 0-100 km/h	10,5 s
Średnie zużycie paliwa wg producenta	7,0 dm <sup>3</sup> /100 km
Zużycie paliwa wg producenta w cyklu miejskim	9,6 dm <sup>3</sup> /100 km
Norma emisji spalin	Euro 4



Rys. 4. Badany pojazd zasilany paliwem etanolowym E85

Fig. 4. Tested vehicle powered by E85 ethanol fuel



Rys. 5. Badany pojazd z zamontowaną aparaturą badawczą Semtech DS.

Fig. 5. Tested vehicle with installed Semtech DS test equipment.

#### 4. Aparatura badawcza

Stężenie związków szkodliwych spalin i natężenie przepływu spalin w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego było mierzone przy wykorzystaniu mobilnego urządzenia pomiarowego SEMTECH DS firmy Sensors Inc. (tabela 3). Aparatura ta może być wykorzystywana zarówno dla silników o ZI, jak i ZS, w szerokim zakresie ich objętości skokowych i wytwarzanych mocy. Uwzględniając wrażliwość na zanieczyszczenia poszczególnych analizatorów, możliwe są badania jednostek spełniających wymogi normy co najmniej Euro III.

Zasada jego działania polega na przyłączeniu do układu wylotowego silnika spalinowego sondy masowego natężenia przepływu spalin, gdzie dokonywany jest pomiar temperatury gazów wylotowych. W tym miejscu pobierana jest także ich próbka, która następnie zostaje przetransportowana do zestawu analizatorów przewodem podgrzewanym do temperatury 191°C. Tego typu rozwiązanie ma na celu przeciwdziałanie wykraplaniu się węglowodorów, przed wykonaniem pomiaru ich stężenia. W dalszej kolejności badana objętość gazów wylotowych przechodzi przez filtry, w celu usunięcia cząstek stałych, zagrażających prawidłowemu działaniu aparatury pomiarowej [13].

Tabela 3

Dane techniczne mobilnego przyrządu pomiarowego Semtech DS [14]

Table 3

*Technical data of the Semtech DS mobile measuring device [14]*

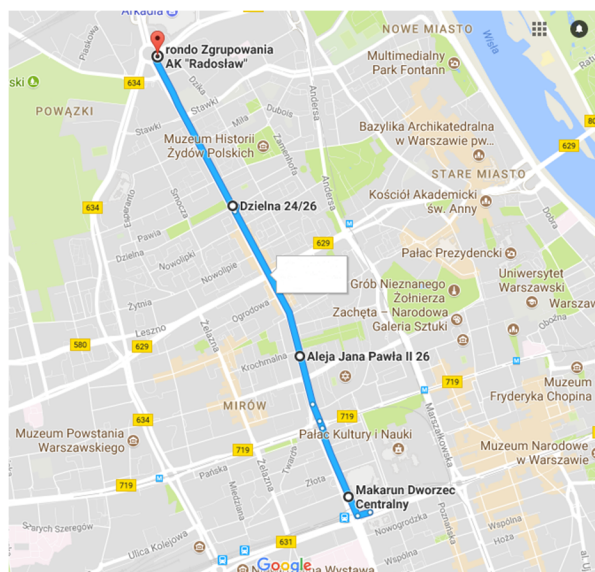
Parametry	Metoda pomiarowa	Zakres pomiarowy	Dokładność zakresu pomiarowego
CO	NDIR	0-10%	±3%
HC	FID	0-10000 ppm	±2,5%
NO <sub>x</sub> (NO + NO <sub>2</sub> )	NDUV	0-3000 ppm	±3%
CO <sub>2</sub>	NDIR	0-20%	±3%
O <sub>2</sub>	Analizator	0-21%	±3%
Częstotliwość	elektrochemiczny	1-4 Hz	±1%
Przepływ spalin	Masowe natężenie przepływu	T <sub>max</sub> < 700°C	±2,5% ±1%
Czas nagrzewania	–	25-60 min	–
Czas odpowiedzi	–	T <sub>90</sub> < 1s	–
Obsługiwane systemy	SAE J1850/SAE J1979 SAE J1708/SAE J1587 CAN SAE J1939/J2284	–	–
Gazy wzorcowe	Kalibracja	Gaz wzorcowy	
CO	300 ppm	1300 ppm	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	40 ppm	150 ppm	
NO	300 ppm	1750 ppm	
NO <sub>2</sub>	65 ppm	250 ppm	
CO <sub>2</sub>	5%	13%	
O <sub>2</sub>	1%	21%	

#### 5. Trasa badawcza

Trasa badawcza została wytypowana tak, aby była w miarę reprezentatywna dla ruchu samochodów w Warszawie. Biorąc pod uwagę, że paliwa alternatywne mają docelowo

powodować zmniejszenie emisji substancji szkodliwych, w tym w szczególności w miastach, najrozsądniejszym było wykonanie badań takiego paliwa na pojeździe właśnie w takich warunkach.

Trasa badawcza obejmowała ściśle centrum miasta, dzięki czemu możliwe były jazdy pojazdem w różnych godzinach, łącznie z tak zwanymi godzinami szczytu, czyli największego ruchu. Na poniższym rysunku 6 zobrazowano wybraną trasę przejazdową. Rozpoczynała się ona przy rondzie Radosława w Warszawie, biegła przez ulice Jana Pawła II do Dworca Centralnego oraz z powrotem przez ulicę Jana Pawła II do ronda Radosława. Łącznie liczyła 6,4 km. Badania odbywały się w godzinach popołudniowych (od 13 do 15), przy zwiększonym ruchu drogowym.



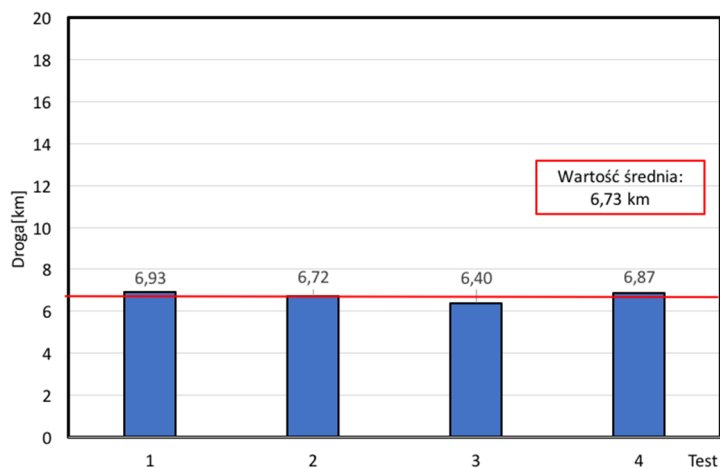
Rys. 6. Wybrana trasa przejazdowa [13]  
Fig. 6. Selected driving route [13]

## 6. Wyniki badań

Przeprowadzone testy pozwoliły na określenie średnich wartości: przebytej drogi, średniej prędkości jazdy, zużycia paliwa oraz emisji substancji szkodliwych (spalin) z pojazdu zasilanego paliwem etanolowym E85. Badania zostały przeprowadzone na tej samej trasie przejazdowej w podobnych warunkach atmosferycznych. Zostały one wykonane cztery przejazdy, które pozwoliły na określenie emisji substancji szkodliwych (spalin).

Droga badawcza została wybrana tak, aby była reprezentatywna dla ruchu samochodów w Warszawie. Średnia długość ze wszystkich przejazdów wynosiła 6,73 km (rys. 7). Obejmowała ściśle centrum, co pozwoliło na określenie średnich emisji substancji szkodliwych przy stosunkowo dużym natężeniu ruchu drogowego.

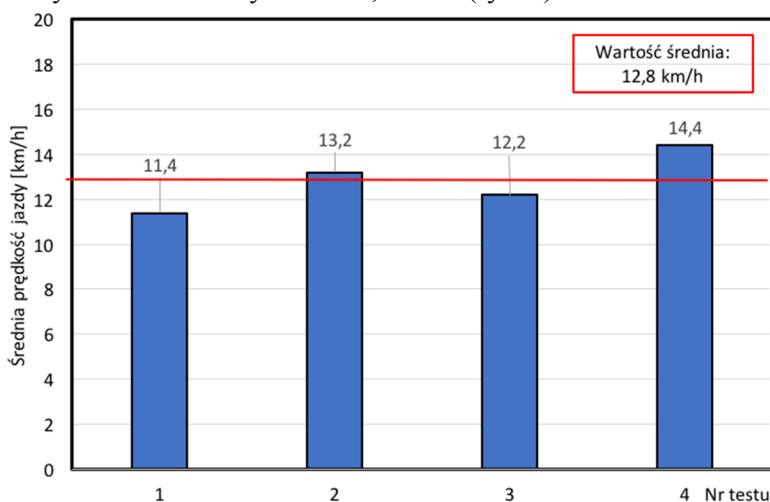




Rys. 7. Przebyta droga w poszczególnych testach jezdnych oraz jej wartość średnia w przypadku wszystkich testów

Fig. 7. The distance traveled in the individual driving tests and its average value for all the tests

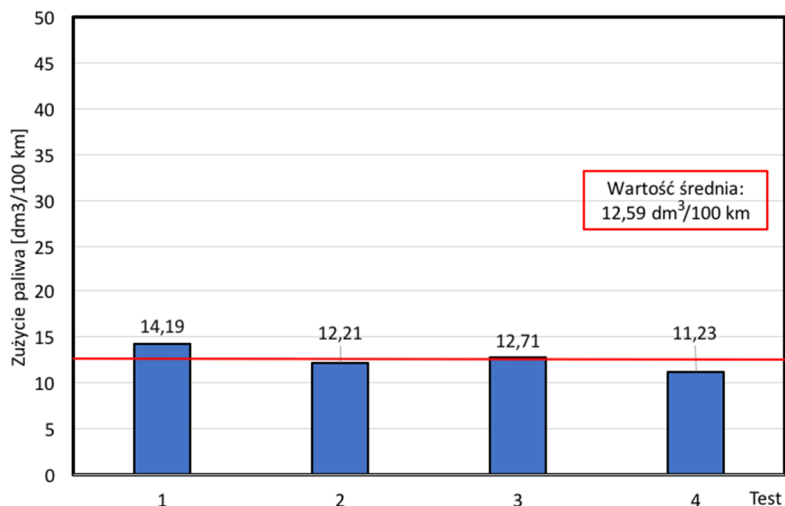
Przeprowadzone badania wykonywane były podczas szczytu komunikacyjnego, co miało bezpośredni wpływ na emisję substancji szkodliwych (spalin). Średnia prędkość w przypadku wszystkich testów wyniosła 12,8 km/h (rys. 8).



Rys. 8. Średnia prędkość jazdy w poszczególnych testach jezdnych oraz wartość średnia prędkości jazdy w przypadku wszystkich testów

Fig. 8. Average driving speed in the individual running tests and its average speed value for all the tests

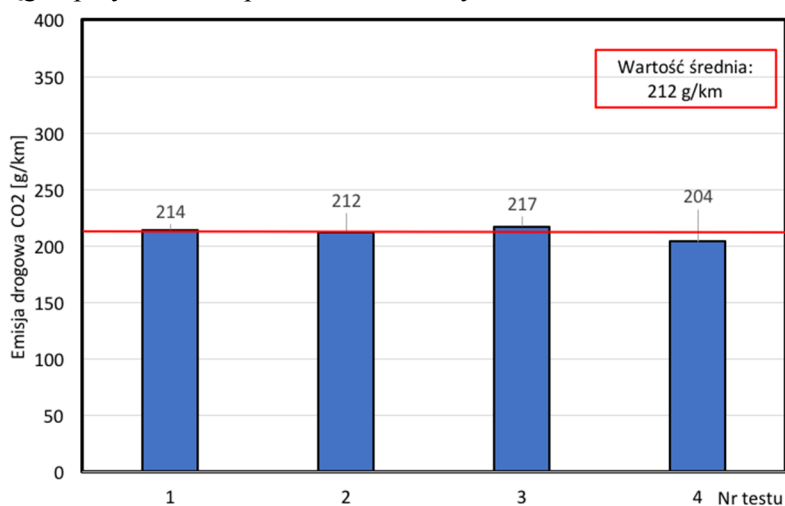
Wyniki badań wskazują, że zużycie paliwa (rys. 9), przez pojazd zasilany paliwem etanolowym to średnio 12,59 dm<sup>3</sup>/100 km. Jest to relatywnie duża wartość, która przy założeniu, że zbiornik paliwa ma objętość 53 dm<sup>3</sup>, pozwala na pokonanie około 420 kilometrów. Według producenta pojazdu w cyklu miejskim NEDC zużycie paliwa wynosi średnio 9 dm<sup>3</sup>/100 km.



Rys. 9. Zużycie paliwa w poszczególnych testach jezdnych oraz wartość średnia zużycia paliwa w przypadku wszystkich testów

Fig. 9. Fuel consumption in the individual driving tests and its average fuel consumption for all the tests

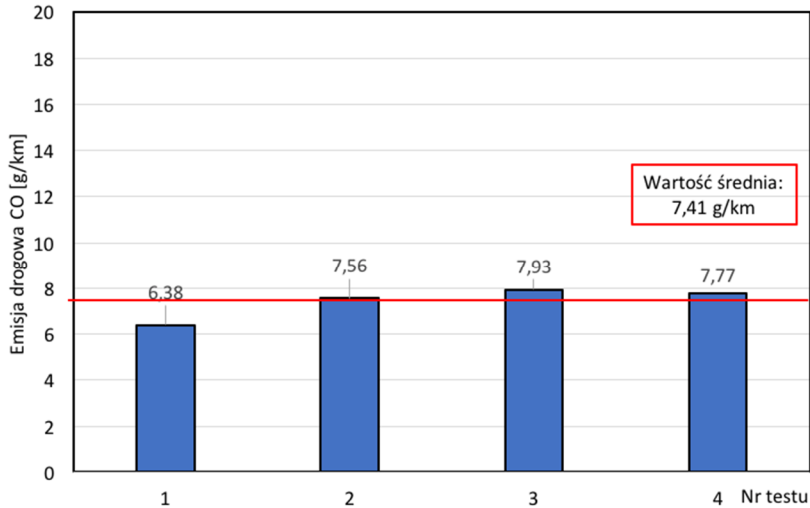
Wartości emisji drogowej dwutlenku węgla jest przy zasilaniu silnika pojazdu paliwem etanolowym E85 przedstawiono na rys. 10. Przeprowadzone badania wskazują, że badany pojazd, spełniający normę emisji Euro 4 o dużym przebiegu, emitował średnio 212 g/km dwutlenku węgla, przy zasilaniu paliwem etanolowym E85.



Rys. 10. Emisja drogowa dwutlenku węgla w przypadku poszczególnych testów jezdnych oraz wartość średnia emisji drogowej dwutlenku węgla w przypadku wszystkich testów

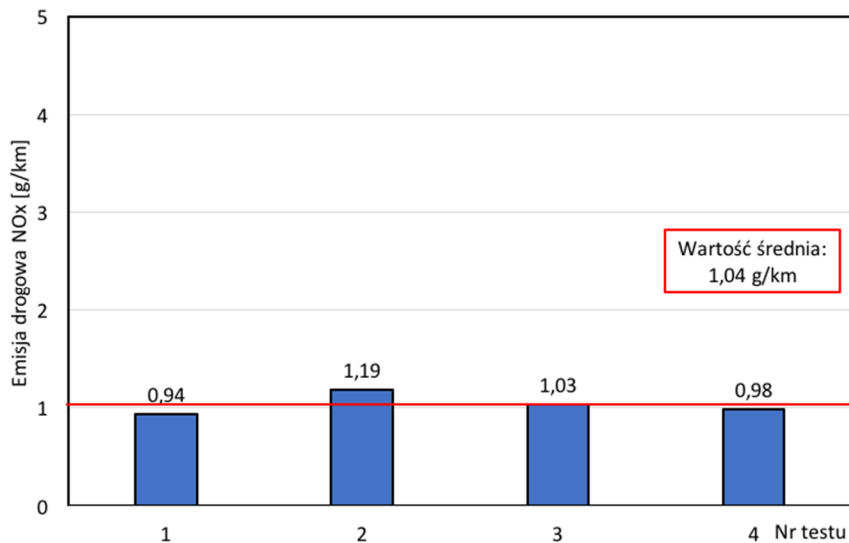
Fig. 10. Carbon dioxide road emission for the individual driving tests and the average value of carbon dioxide road emission for all the tests

Natomiast emisja tlenku węgla (rys. 11) jest relatywnie duża. Przy zasilaniu pojazdu paliwem etanolowym, średnia wartość emisji tlenku węgla wyniosła 7,41 g/km.



Rys. 11. Emisja drogowa tlenku węgla w przypadku poszczególnych testów jezdnych oraz wartość średnia emisji drogowej tlenku węgla w przypadku wszystkich testów  
*Fig. 11. Carbon monoxide road emissions for the individual driving tests and the mean value of carbon monoxide road emissions for all the tests*

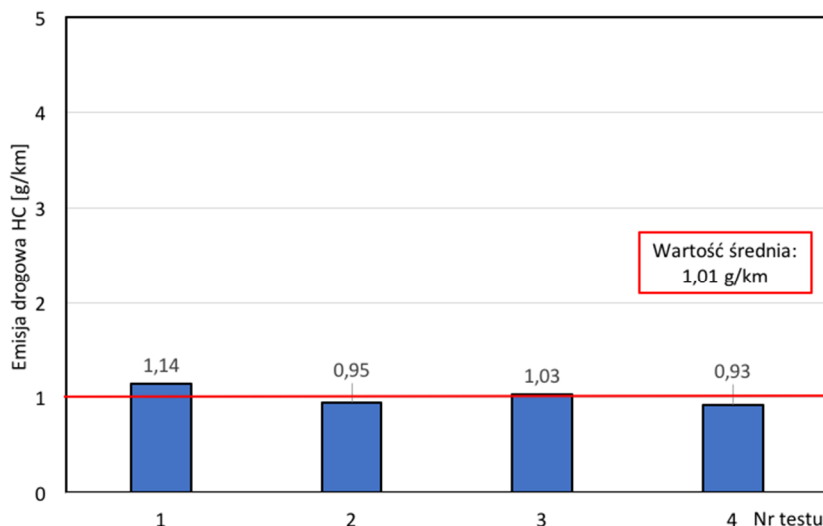
Dla tlenków azotu średnia emisja drogowa w przypadku zasilania pojazdu paliwem etanolowym E85 w przypadku wszystkich testów wyniosła 1,04 g/km (rys. 12). Jest ona bardzo zbliżona w przypadku wszystkich tych czterech testów.



Rys. 12. Emisja drogowa tlenków azotu w przypadku poszczególnych testów oraz wartość średnia emisji drogowej tlenków azotu w przypadku tych testów  
*Fig. 12. Nitrogen oxides road emission for the individual tests and the average value of road emissions of nitrogen oxides for all the tests*

Oceniono również emisję węglowodorów (rys. 13). Zastosowanie paliwa etanolowego E85 wskazuje w badanym przypadku zbliżone wartości tej emisji w poszczególnych

testach. W przypadku badanego pojazdu średnia wartość emisji drogowej HC wyniosła 1,01 g/km.



Rys. 13. Emisja drogowa węglowodorów w przypadku poszczególnych testów oraz wartość średnia emisji drogowej w przypadku wszystkich testów

*Fig. 13. Hydrocarbon road emission for the individual tests and the mean value of road emissions for all the tests*

## 7. Podsumowanie

Przedstawione badania potwierdzają, że zasilanie pojazdu paliwem etanolem E85 nie nastęrcza eksploatacyjnych trudności. Aby eksploatacja pojazdu na takim paliwie miała sens, konieczne jest jednak stosowanie odpowiedniej jednostki napędowej w pojeździe. Bez odpowiednich zmian w jednostce napędowej, duża zawartość wody w paliwie etanolem spowoduje przedwczesną korozję elementów silnika oraz możliwość występowania jego awarii. Dotyczy to zwłaszcza okresu jesienno-zimowego. Pewną niedogodnością w przypadku badanego pojazdu typu FlexiFuel, jest też konieczność wykorzystywania grzałki elektrycznej, co jest wymagane przy ujemnych temperaturach otoczenia.

Badany pojazd, zasilany paliwem etanolem składającym się w 85% (V/V) z bioetanolu i w 15% (V/V) z benzyny, paliwem o mniejszej wartości opałowej, charakteryzuje się wysokim zużyciem tego paliwa. Natomiast korzyści w porównaniu do zasilania benzyną ze względu na emisję drogową dwutlenku węgla, tlenku węgla oraz tlenków azotu najprawdopodobniej mogą mieć miejsce. Wskazują na to dane literaturowe np. [2].

Eksploatacja pojazdów typu FlexiFuel jest zasadna. Paliwo etanole E85 nosi cechy paliwa ekologicznego, a jego stosowanie jest jak najbardziej wskazane.

**LITERATURA:**

- [1] Baczewski K., Kołdoński T.: Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. WKiŁ, Warszawa 2005
- [2] Chłopek Zdz.: Ocena emisji zanieczyszczeń z silników o zapłonie iskrowym zasilanych paliwami: benzyną reformowaną i paliwem bioetanolowym E85. *Transport Samochodowy* 2/2009.
- [3] Clemente R. C., Werninghaus E., Coelho E. P. D., Sigaud Ferraz L. A.: Development of an internal combustion alcohol fueled engine. SAE Technical Paper nr 2001-01-3917, 2001.
- [4] Gis M.: Comparative studies of the bus exhaust emissions with diesel engine and a bus with spark-ignition engine powered by CNG, which meet Euro VI, in real traffic conditions. VII International Congress on Combustion Engines. MATEC Web of Conferences 118. No. 00007 (2017).
- [5] Gis M.: Ekologiczne aspekty wymiany pojazdów flotowych w kraju. *Transport Samochodowy*. Nr 4/2015. Warszawa, 2015.
- [6] Jakóbiec J., Żółty M.: Oddziaływanie paliwa etanolowego E85 na właściwości użytkowe oleju silnikowego. *Nafta-Gaz* nr 9/2017.
- [7] Kruczyński St.: Trójfunkcyjne reaktory katalityczne. Biblioteka Problemów Eksploatacji. Warszawa-Radom 2004.
- [8] Małek A., Szlachetka M., Stepniewski A., Majczak A., Magryta P.: Badania w warunkach drogowych pojazdu z silnikiem benzynowym zasilanym paliwem E85. *Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*. Nr 10/2011.
- [9] Merkisz J., Pielecha I.: Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [10] Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom 1. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 1998.
- [11] Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom 2. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 1999.
- [12] Pałuchowska M.: Formuły paliw etanolowych – wpływ na właściwości eksploatacyjne. *Nafta-Gaz* nr 9/2017.
- [13] Rymaniak Ł.: Analiza wpływu rodzaju układu napędowego i parametrów ruchu autobusów miejskich na ekologiczne wskaźniki pracy. Rozprawa doktorska. Poznań 2016.
- [14] Sensors Inc.: Emissions Measurement Solutions. SEMTECH® DS On Board In-Use Emissions Analyzer. Erkrath 2010.
- [15] Stępień Z.: Sprawozdanie z badań laboratoryjnych benzyny silnikowej E10 i paliwa etanolowego E85. Zakład Oceny Właściwości Eksploatacyjnych, Laboratorium Badań Właściwości Użytkowych. Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy.
- [16] [www.autocentrum.pl](http://www.autocentrum.pl)
- [17] [www.google.pl](http://www.google.pl)