



Jerzy MERKISZ, Jacek PIELECHA, Mateusz NOWAK

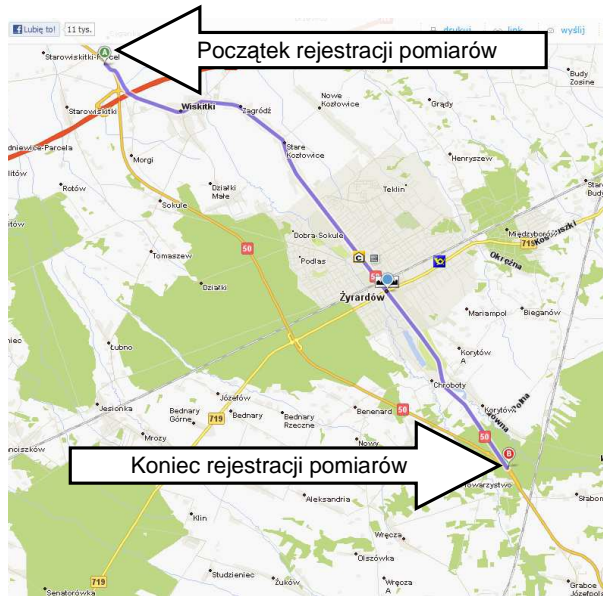
WYZNACZENIE PARAMETRÓW EMISYJNYCH POJAZDU PODCZAS PRZEJAZDU PRZEZ MIEJSCOWOŚĆ

Streszczenie

W artykule porównano dwie metody służące wyznaczeniu parametrów emisyjnych pojazdów na przykładzie przejazdu przez miejscowość. Pierwsza z omawianych metod polega na sumowaniu stężenia poszczególnych składników gazów wylotowych podczas przejazdu. Drugi sposób wyznaczenia parametrów emisyjnych polega na wykorzystaniu do tego celu charakterystyk histogramów czasowych natężenia emisji związków szkodliwych. Artykuł stanowi początkowy etap prac poświęconych ocenie wpływu powstającej infrastruktury drogowej na zmniejszenie emisji związków szkodliwych spalin powodowanej przez transport drogowy.

WSTĘP

Celem badań było określenie emisji spalin pojazdu przy przejeździe przez miejscowość (wybrano miasto Żyrardów z powodu budowy nowej infrastruktury drogowej – obwodnicy) (rys. 1) i wyznaczenie możliwości określania wartości masy związków szkodliwych w oparciu o metodę sekundowego sumowania natężenia emisji oraz z wykorzystaniem charakterystyk histogramów czasowych udziału czasu pracy pojazdu oraz charakterystyki natężenia emisji pojazdu [3]. Wartości parametrów określających charakterystykę przejazdów rejestrowano z częstotliwością 1 Hz, wykorzystując dane z pokładowego systemu diagnostycznego pojazdu. Zarejestrowane profile prędkości przejazdu w obu kierunkach przedstawiono na rys. 2 i 3.



Charakterystyka trasy:

- średnia długość odcinka pomiarowego $S = 13,764 \text{ km}$
- średni czas przejazdu, $t = 1313,2 \text{ s}$
- średnia prędkość jazdy $V = 38,45 \text{ km/h}$

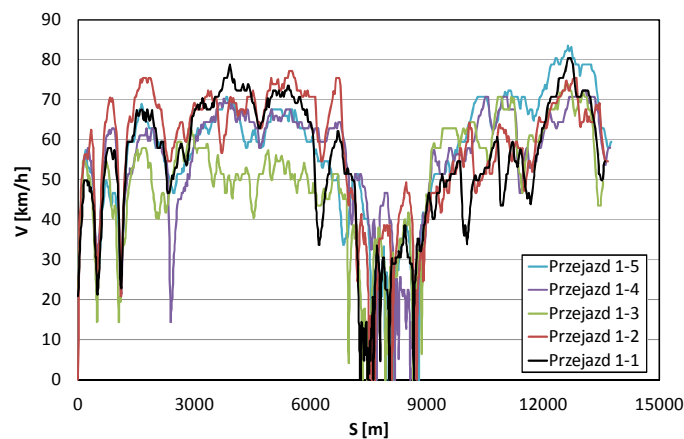
Obiekt badań:

- samochód osobowy o normie emisyjnej Euro 4
- masa własna pojazdu 1430 kg
- silnik ZI, 4-cyl.
- reaktor utleniający
- przebieg 80 000 km
- obciążenie 300 kg

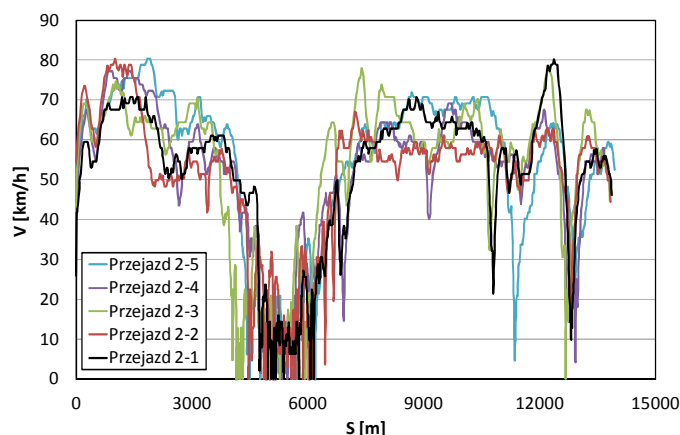
Rys. 1. Mapa z zaznaczonymi punktami pomiarowymi początku i końca obwodnicy Żyrardowa

1. WYZNACZENIE MASY ZWIĄZKÓW SZKODLIWYCH METODĄ SUMOWANIA

Zarejestrowane wartości natężenia emisji poszczególnych związków gazowych zmieniają się zgodnie z charakterystyką ruchu drogowego pojazdu poruszającego się za pojazdem poprzedzającym (rys 2 i 3). Pomiary wykonywano z północy miasta na południe (oznaczone symbolem 1-x), oraz w stronę przeciwną (oznaczone jako 2-x). Rejestrowano pięć przejazdów w każdym kierunku dla których wyznaczono wartości natężenia emisji. Rejestrację mierzonych parametrów rozpoczynano od punktu, który przypadał na miejsce łączenia obwodnicy i drogi nr 50. Koniec rejestracji również przypadał na punkt łączenia obwodnicy i drogi nr 50 na południu Żyrardowa.



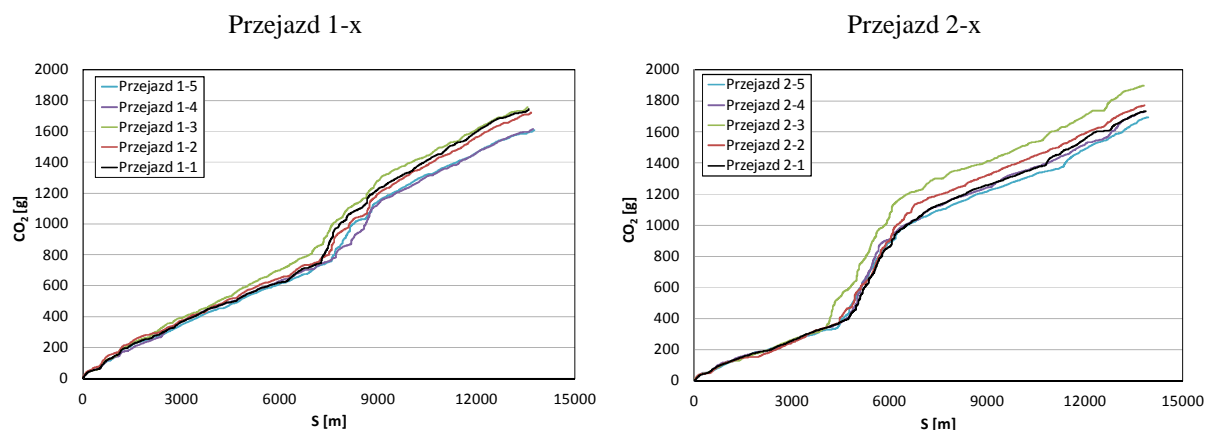
Rys. 2. Profile prędkości rejestrowane podczas przejazdów w kierunku północ-południe (przejazdy oznaczone symbolem 1-x)



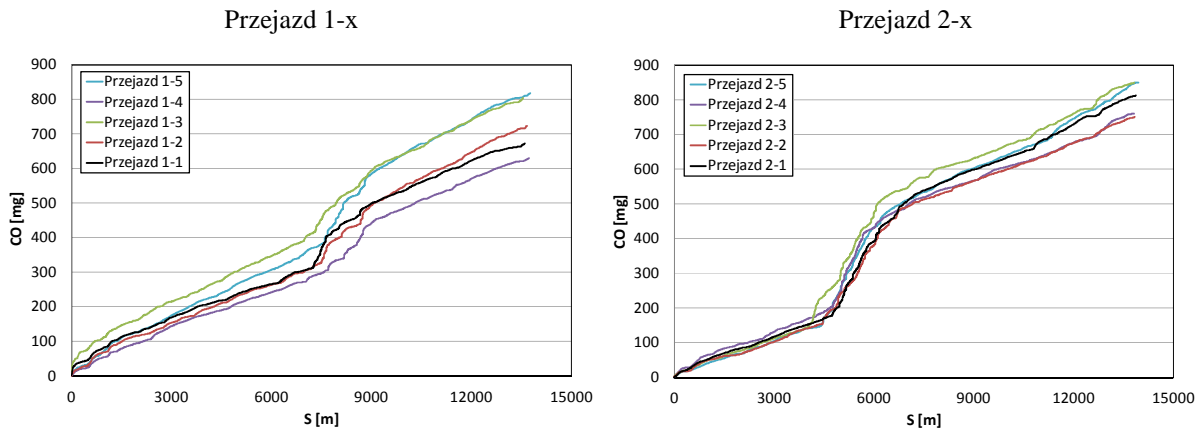
Rys. 3. Profile prędkości rejestrowane podczas przejazdów w kierunku południe-północ (przejazdy oznaczone symbolem 2-x)

Do badań wykorzystano mobilny analizator spalin, rejestrujący stężenie związków szkodliwych (zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm [1, 2]), natężenie przepływu spalin oraz dane z pokładowego systemu diagnostycznego. Rejestracja natężenia emisji poszczególnych związków szkodliwych, umożliwiło uzyskanie masy związku szkodliwego wyemitowanego na badanych odcinku pomiarowym. Na rysunkach 4-7 zaprezentowano wykresy skumulowane wartości natężenia emisji – wartości maksymalne oznaczają całkowitą masę danego związku szkodliwego wyznaczonego w poszczególnych przejazdach.

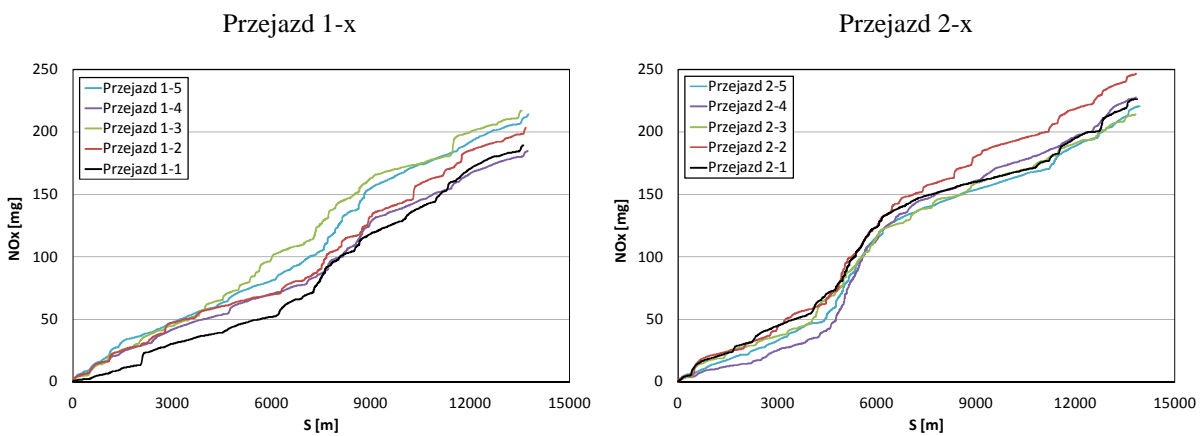
Masa wyemitowanego CO₂ dla wszystkich przejazdów przez Żyrardów oznaczonych symbolami 1-x zawiera się w granicach 1600-1800 g, niewiele wartości uzyskano dla przejazdów oznaczonych symbolami 2-x. Masa CO zawiera się w granicach 600-820 mg (przejazdy 1-x) i charakteryzuje się większym rozrzutem niż przejazdy o symbolach 2-x. Większe wartości masy uzyskano w przejazdach 2-x również dla NO_x (co jest zgodne z tendencją zużycia paliwa) i całkowitą masą HC.



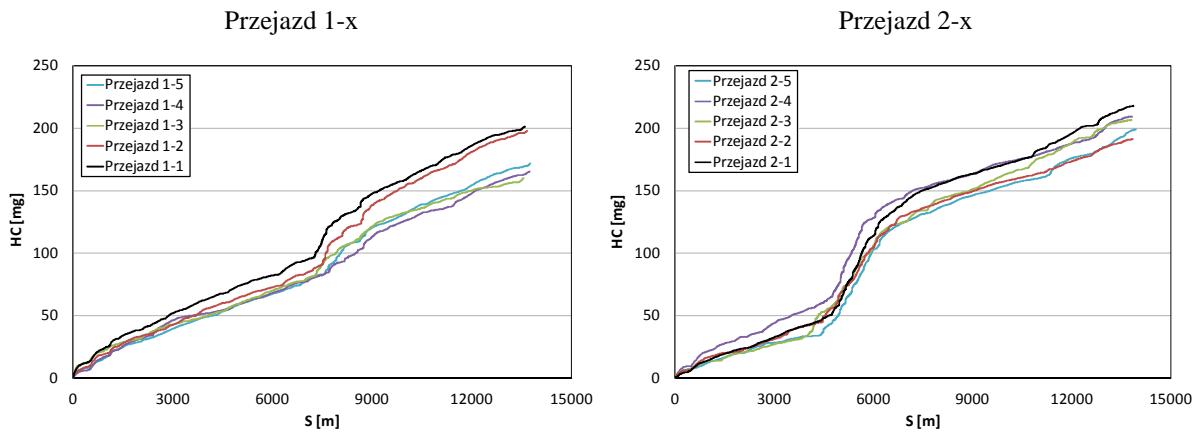
Rys. 4. Masa CO₂ (przedstawiona sumarycznie) emitowana w czasie pomiaru



Rys. 5. Masa CO (przedstawiona sumarycznie) emitowana w czasie pomiaru



Rys. 6. Masa NO_x (przedstawiona sumarycznie) emitowana w czasie pomiaru



Rys. 7. Masa HC (przedstawiona sumarycznie) emitowana w czasie pomiaru

Wartości masy wyemitowanego związku i przebyty dystans posłużyły do wyznaczenia emisji drogowej poszczególnych związków szkodliwych. Wartości te są podstawą wnioskowania o poprawności wykonanych badań, gdyż powinny odpowiadać w zakresie charakteru eksploatacyjnego pojazdu normom toksyczności spalin. Emisja drogowa CO₂ (choć nie limitowana) odpowiada za zużycie paliwa – uzyskane wartości emisji drogowej oznaczają zużycie paliwa w granicach 7-8 dm³/100 km. Uzyskane wartości emisji drogowej są następujące (w nawiasie podano limity normy Euro 4 dla pojazdu z silnikiem ZI):

- emisja drogowa CO – 45-61 mg/km (1000 mg/km),

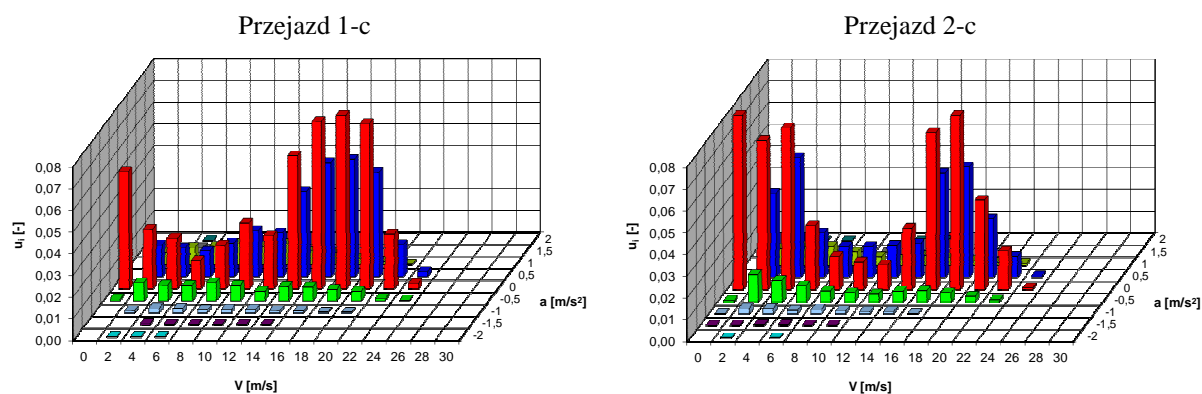
- emisja drogowa NO_x – 13-18 mg/km (80 mg/km),
- emisja drogowa HC – 11-16 mg/km (100 mg/km).

2. WYZNACZENIE MASY ZWIĄZKÓW SZKODLIWYCH Z WYKORZYSTANIEM CHARAKTERYSTYKI GĘSTOŚCI CZASOWEJ

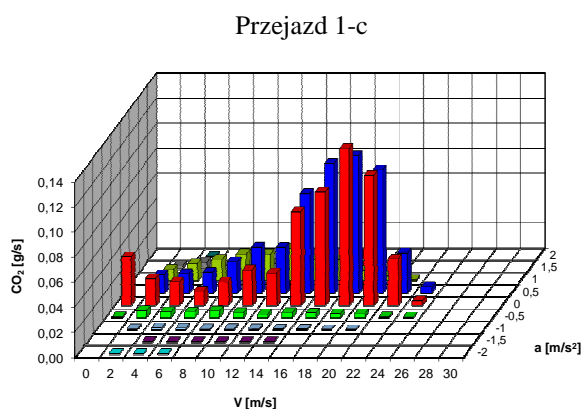
Drugi etap badań obejmował wykonanie następujących zadań:

- Wyznaczenie udziału czasu pracy (u_i) pojazdu podczas każdego przejazdu oznaczonego jako 1-x (północ-południe) i 2-x (południe-północ).
- Wyznaczenie średniego udziału czasu pracy pojazdu podczas przejazdów 1-x – 2-x oznaczonych jako 1-c i 2-c.
- Wyznaczenie jednej wspólnej charakterystyki emisji danego związku z pojazdu. Charakterystykę taką wykonano we współrzędnych prędkość-przyspieszenie pojazdu jako wynik wszystkich przejazdów. Mogłaby być ona wykonana na dowolnym obszarze badawczym, przy wymaganiu objęcia zakresem pracy pojazdu całej wymaganej charakterystyki zmienności prędkości i przyspieszenia. Na podstawie przeprowadzonej weryfikacji [4] można stwierdzić, że kilkugodzinna rejestracja emisji danego związku w różnorodnych warunkach jazdy jest wystarczająca do opracowania charakterystyki emisji pojazdu (w odniesieniu do danej kategorii emisyjnej pojazdu i rodzaju silnika).
- Znajomość charakterystyki emisji każdego związku, udziału czasu pracy oraz całkowitego czasu każdego przejazdu pozwoliła na wyznaczenie charakterystyki emisji w danym przejeździe. Zsumowanie poszczególnych pól charakterystyki natężenia emisji danego związku pozwala na wyznaczenie całkowitej masy danego związku szkodliwego wyemitowanego w poszczególnych przejazdach. Takie samo postępowanie pozwala na wyznaczenie również wartości średniej z przejazdów o symbolach 1-x oraz 2-x.

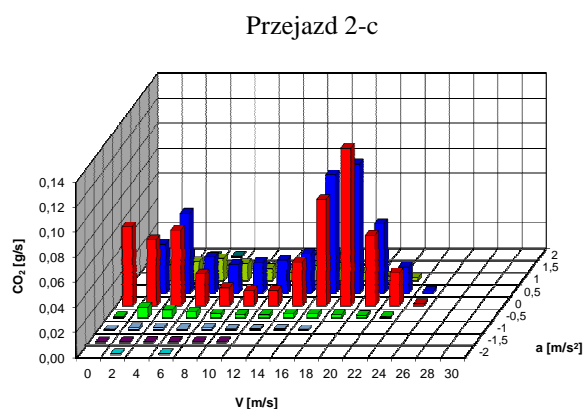
Na rysunku 8 przedstawiono charakterystykę udziału czasu pracy pojazdu we współrzędnych prędkość-przyspieszenie dla przejazdów oznaczonych 1-c i 2-c, będących uśrednionymi wartościami z poszczególnych kierunków przejazdu. Charakterystyki masowej emisji CO₂, CO, NO_x oraz HC przedstawiono odpowiednio na rys. 9-12, gdzie wyznaczono również sumaryczną masę emitowanego związku.



Rys. 8. Wartości udziału czasu pracy pojazdu we współrzędnych V-a (przejazd cały)

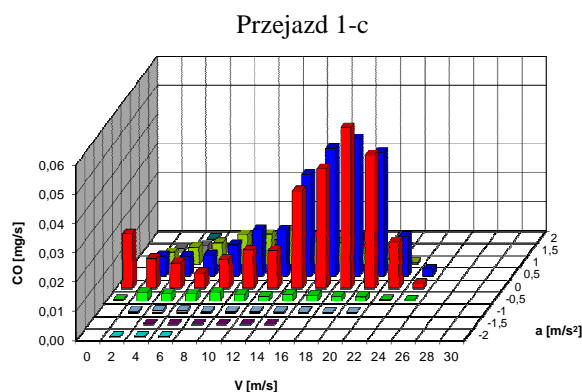


$$\text{CO}_2 \text{ [g]} = \Sigma E_{\text{CO}}(V,a) \times u_i(V,a) = 1588,1$$

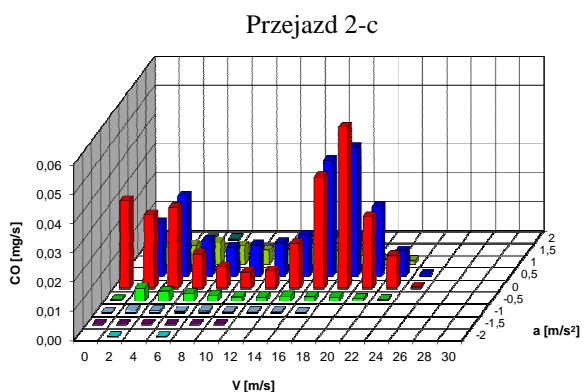


$$\text{CO}_2 \text{ [g]} = \Sigma E_{\text{CO}}(V,a) \times u_i(V,a) = 1863,7$$

Rys. 9. Charakterystyka natężenia emisji CO₂ na podstawie charakterystyki emisyjnej badanego pojazdu i jego udziału czasu pracy (przejazdy 1-c i 2-c)

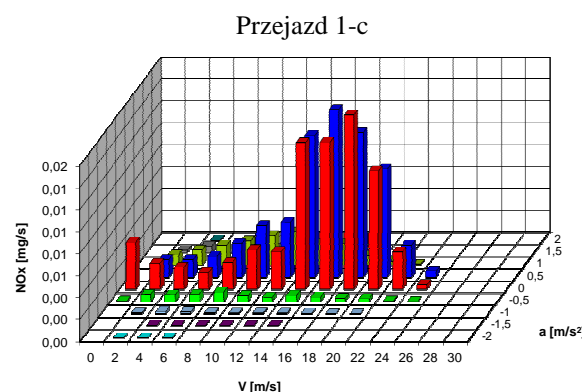


$$\text{CO [mg]} = \Sigma E_{\text{CO}}(V,a) \times u_i(V,a) = 703,8$$

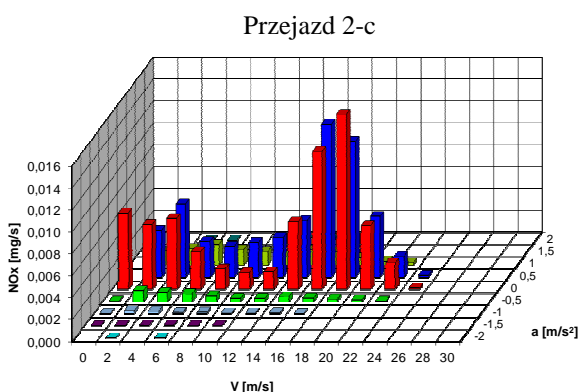


$$\text{CO [mg]} = \Sigma E_{\text{CO}}(V,a) \times u_i(V,a) = 829,7$$

Rys. 10. Charakterystyka natężenia emisji CO na podstawie charakterystyki emisyjnej badanego pojazdu i jego udziału czasu pracy (przejazdy 1-c i 2-c)

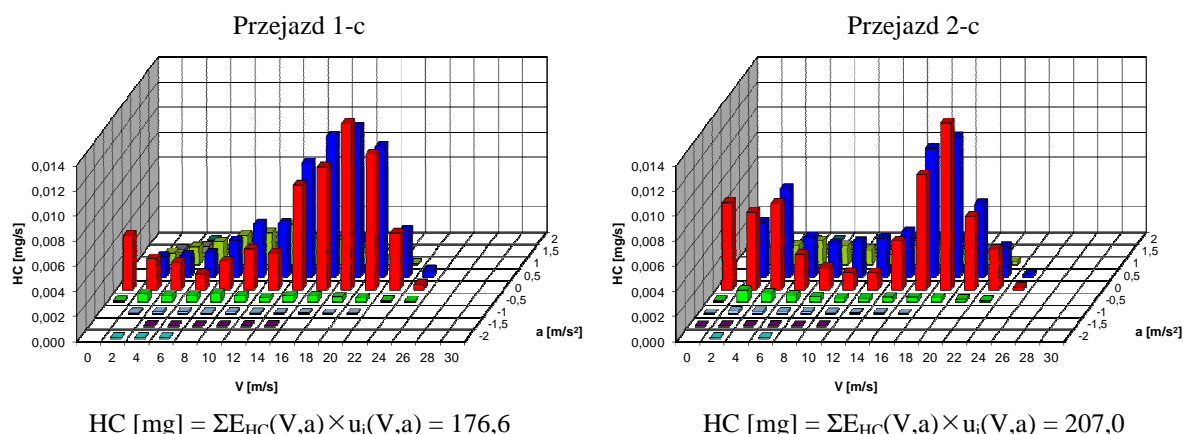


$$\text{NO}_x \text{ [mg]} = \Sigma E_{\text{NO}_x}(V,a) \times u_i(V,a) = 200,0$$



$$\text{NO}_x \text{ [mg]} = \Sigma E_{\text{NO}_x}(V,a) \times u_i(V,a) = 228,6$$

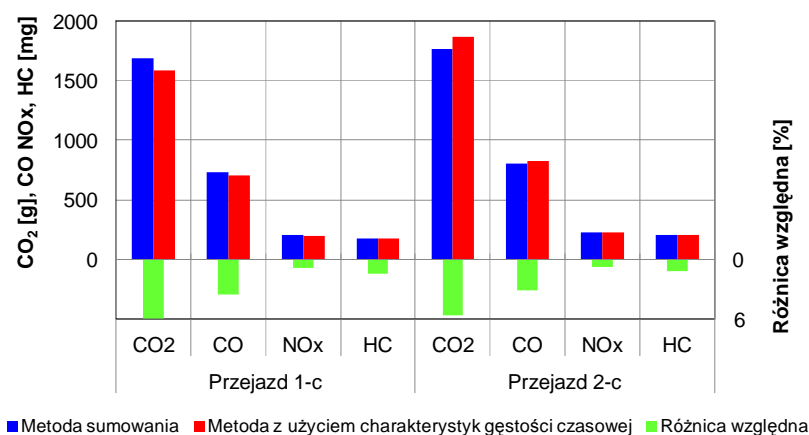
Rys. 11. Charakterystyka natężenia emisji NO_x na podstawie charakterystyki emisyjnej badanego pojazdu i jego udziału czasu pracy (przejazdy 1-c i 2-c)



Rys. 12. Charakterystyka natężenia emisji HC na podstawie charakterystyki emisyjnej badanego pojazdu i jego udziału czasu pracy (przejazdy 1-c i 2-c)

PODSUMOWANIE

Wyznaczenie wartości masy związków emitowanych podczas badań (rys. 13) pozwoliło na porównanie uzyskanych wyników dwóch metod obliczeniowych: metody sekundowego sumowania natężenia emisji oraz metody wyznaczania emisji na podstawie rejestrowanych



Rys. 13. Porównanie wartości emisji pierwszego i drugiego etapu badań

charakterystyk: czasu pracy pojazdu oraz natężenia emisji danego związku szkodliwego we współrzędnych odniesionych do dynamicznych właściwości pojazdu (jego prędkości i przyspieszenia). Prezentowane wyniki świadczą o porównywalnych wartościach, przy czym różnice pomiędzy metodą pierwszą i drugą pojedynczych pomiarów nie przekraczają 10%, natomiast dla wartości średnich wyznaczonych z pięciu przejazdów nie przekraczają 6%.

Jeżeli różnice w obliczonych wartościach emisji są akceptowalne, można stwierdzić możliwość zamiennego stosowania przedstawionych metod obliczeniowych. Zaletą metody drugiej (wykorzystania charakterystyki gęstości czasowej) jest możliwość jednokrotnego wykonania charakterystyki natężenia emisji pojazdu, a wykonywanie tylko charakterystyk udziału jego czasu pracy w konkretnych sytuacjach. W takim przypadku jednokrotnie wykorzystywane jest tylko narzędzie badawcze (zestaw mobilnych analizatorów spalin), natomiast udział czasu pracy pojazdu można wyznaczyć przez rejestrację danych z pokładowych systemów diagnostycznych pojazdów.

DETERMINATION OF THE VEHICLE EMISSION PARAMETERS DURING PASSING THROUGH A TOWN

Abstract

This paper contains a comparison of two methods for vehicle emission parameters determination on example of passing through a town. The first of these methods is the summation of the exhaust gases individual components during the journey. The second way to determine the emission parameters is to use the characteristics of the emission intensity histograms of harmful compounds. The article is devoted to the initial stage of assessing the impact of emerging road infrastructure to reduce the emission of harmful exhaust gases emission caused by road transport.

BIBLIOGRAFIA

1. Bonnel P., Weiss M., Provenza A.: *In-use emissions requirements in the new and future European motor vehicle emissions regulations: state of play*. In: 8th Annual SUN Conference, Ann Arbor 2011.
2. Bougher T., Khalek I.A., Trevitz S., Akard M.: *Verification of a gaseous Portable Emissions Measurement System with a laboratory system using the Code of Federal Regulations Part 1065*. SAE Technical Paper Series 2010-01-1069, 2010.
3. Cichy M.: *Nowe teoretyczne ujęcie charakterystyki gęstości czasowej*. Silniki Spalinowe 1986, nr 2-3.
4. Merkisz J., Pielecha J.: *The on-road exhaust emissions characteristics of SUV vehicles fitted with diesel engines*. Combustion Engines 2011, No. 2.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. Jerzy MERKISZ – Politechnika Poznańska
dr inż. Jacek PIELECHA – Politechnika Poznańska
mgr inż. Mateusz NOWAK – Politechnika Poznańska