

Jerzy MERKISZ<sup>1</sup>  
Jacek PIELECHA<sup>2</sup>  
Ireneusz PIELECHA<sup>3</sup>

## WPŁYW STYLU JAZDY KIEROWCY NA EKOLOGICZNOŚĆ POJAZDU

*W artykule przedstawiono rezultaty z badań emisyjnych samochodu osobowego z silnikiem ZS w warunkach drogowych – w takich warunkach można uzyskać informację o rzeczywistej jego emisji. Testy wykonywano na odcinku kilkudziesięciu kilometrów podczas jazdy na odcinkach o różnej charakterystyce. Do pomiarów stężenia związków toksycznych wykorzystano mobilny analizator do badań toksyczności SEMTECH DS firmy SENSORS. Analizator umożliwiał pomiar stężenia związków szkodliwych, mierząc jednocześnie masowe natężenie spalin. Uzyskane dane posłużyły do opracowania zależności charakteryzujących wpływ stylu jazdy kierowcy na emisję związków szkodliwych. Dynamiczne właściwości silnika uwzględniono w sposób pośredni, wykorzystując podział całego zakresu prędkości oraz zakresu obliczonego przyspieszenia w ruchu miejskim do wykonania macierzy natężenia emisji. Wykorzystane dane uśredniono w ramach poszczególnych przedziałów prędkości i przyspieszeń otrzymując charakterystykę udziału pracy pojazdu i silnika w poszczególnych przedziałach oraz charakterystyki macierzy emisji poszczególnych związków szkodliwych. Powyższe wyniki posłużyły do określenia wpływu stylu jazdy kierowcy na emisję związków toksycznych i zużycie paliwa.*

## INFLUENCE OF BEHAVIOUR DRIVER ON VEHICLE ECOLOGY

*The article presents the results of exhaust emission tests of cars with CI engines in road conditions – such conditions guarantee that the data obtained reflect the actual emission. The tests were carried out in sections of about a dozen kilometers in length in city traffic conditions. The SEMTECH DS mobile analyzer from SENSORS was used to measure the concentration of exhaust emissions. Also the vehicle diagnostic system data were used in the tests, along with the GPS location system data. The data obtained were used for the analysis of relationships characteristic of the influence of the dynamic engine properties on the exhaust emissions. The dynamic engine properties were considered indirectly, using the division of the complete scope of speed and the scope of calculated acceleration in the city traffic to create the emissions intensity matrix. The data used*

<sup>1</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3.  
Tel. +48 61 665-22-07, Fax. +48 61 665-22-04. E-mail: Jerzy.Merkisz@put.poznan.pl

<sup>2</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3.  
Tel. +48 61 665-21-18, Fax. +48 61 665-22-04. E-mail: Jacek.Pielecha@put.poznan.pl

<sup>3</sup> Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3.  
Tel. +48 61 665-21-18, Fax. +48 61 665-22-04. E-mail: Ireneusz.Pielecha@put.poznan.pl

*were averaged within the particular ranges of speed and acceleration, thus obtaining the characteristics of engine operation in the particular ranges and the characteristics of emission matrix for the particular harmful compounds. It take advantage these results for determination of influence of style of driver riding on exhaust emission and fuel consumption.*

## 1. WPROWADZENIE

Na przestrzeni minionych lat, w poszczególnych państwach istniały różne systemy badań i kontroli emisji spalin z silników samochodowych, jednak od pewnego czasu następuje w tym zakresie daleko posunięta unifikacja [1, 3]. Rosnąca liczba pojazdów na świecie oraz zanieczyszczenie środowiska naturalnego powoduje wzrost wymagań w zakresie emisji szkodliwych składników spalin. Obecny stopień zaawansowania techniki i technologii we wszystkich dziedzinach przemysłu, w tym również we wszelkich rodzajach transportu, powoduje wzrost wymagań w zakresie produkcji urządzeń do pomiarów emisji spalin. Najnowsze rozwiązania techniczne aparatury pomiarowej pozwalają na ocenę rzeczywistej emisji pojazdów podczas badań drogowych i uwarunkowań mających pozytywny i negatywny wpływ na ekologiczność pojazdów [2]. Jednym z takich czynników jest styl jazdy kierowców, który stanowi bardzo ważny czynnik wpływający na wielkość zużycia paliwa i emisję związków szkodliwych. Według niektórych źródeł wpływ stylu jazdy kierowcy na wielkość ekologiczności pojazdu może dochodzić do 100% [3]. W związku z powyższym celowe wydaje się przeprowadzenie dokładnej analizy wpływu różnego rodzaju sposobu jazdy na zużycie paliwa i emisję związków szkodliwych w rzeczywistych warunkach ruchu. W badaniach ograniczono się jedynie do wykorzystania jednego typu pojazdu – samochodu osobowego (rys. 1).



Rys. 1. Widok obiektu badań – samochodu osobowego podczas badań drogowych

## 2. METODYKA BADAŃ

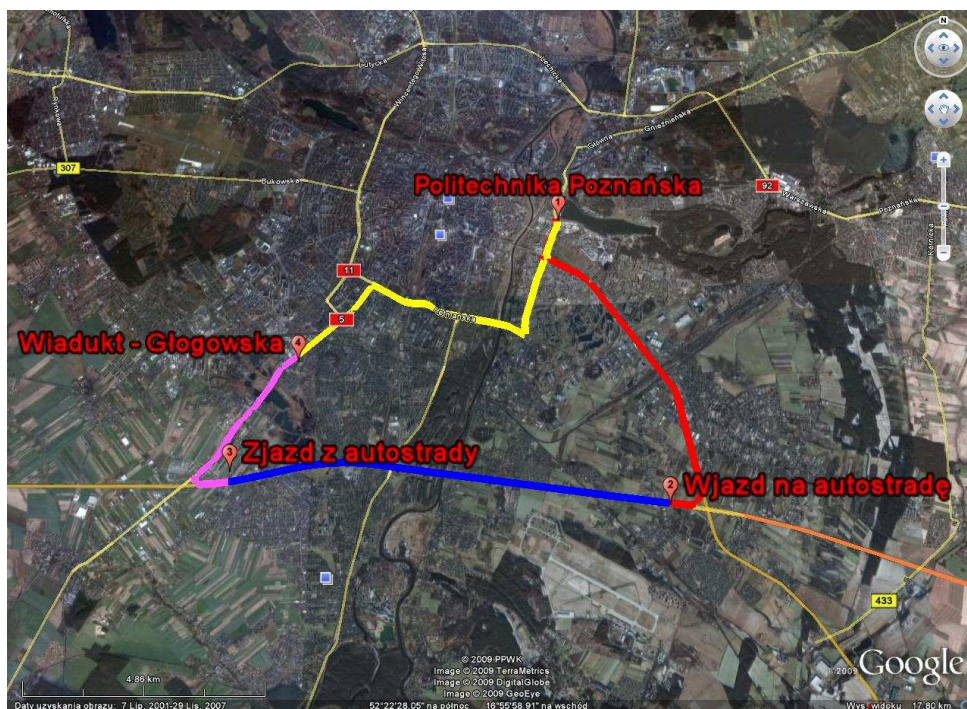
Badania wpływu stylu jazdy kierowcy wykonano przy wykorzystaniu następującej aparatury badawczo-pomiarowej:

- 1) do określenia warunków jazdy:
  - układ GPS – określenie położenia geograficznego pojazdu,
  - analizator Semtech DS – układ akwizycji danych z systemu diagnostyki pokładowej – określenie warunków ruchu pojazdu,
- 2) systemu analizy spalin w rzeczywistych warunkach ruchu (pomiar CO, HC, NO<sub>x</sub> oraz CO<sub>2</sub> – jako równoważnik zużycia paliwa).

Trasę przejazdu wyznaczono z uwzględnieniem jazdy miejskiej oraz jazdy pozamiejskiej – autostradowej (rys. 2). Ze względu na zmienność parametrów ruchu oraz trasę przejazdu odcinek pomiarowy podzielono na cztery części:

- a) dojazd do autostrady (około 8 km – 27% trasy przejazdu),
- b) przejazd autostradą (około 9 km – 31% trasy przejazdu),
- c) przejazd trasą dwujezdnową (około 4 km – 14% trasy przejazdu),
- d) jazda w warunkach miejskich (około 8 km – 28% trasy przejazdu).

Długość odcinka pomiarowego wynosiła około 29,5 km (tabl. 1). Dokonano pomiarów warunków ruchu oraz emisji składników szkodliwych w dwóch przejazdach określonych odpowiednio: stylem normalnym oraz stylem jazdy agresywnej.



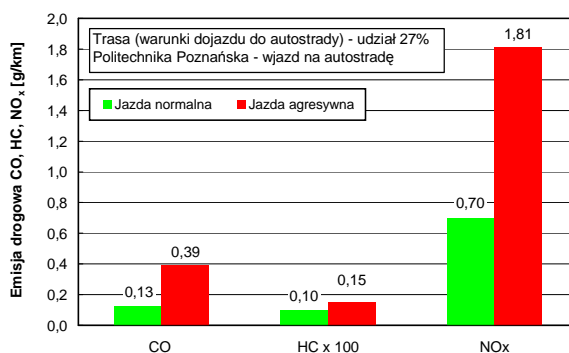
Rys. 2. Trasa przejazdu odcinka pomiarowego na terenie miasta Poznań

Tablica 1. Charakterystyka odcinka badawczego

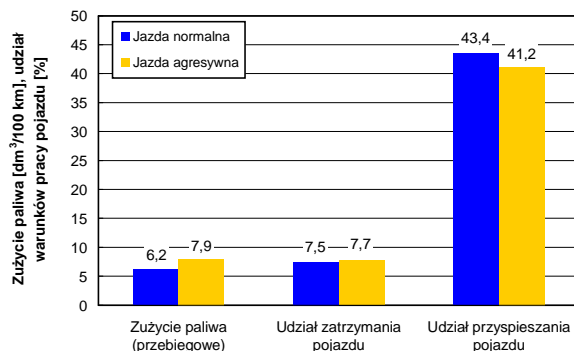
Odcinek	Początek	Koniec	Odległość [km]	Czas przejazdu [s]		Prędkość średnia [km/h]	
				Jazda normalna	Jazda agresywna	Jazda normalna	Jazda agresywna
1-2	Politechnika Poznańska	Wjazd na autostradę	7,965 (27%)	531	361	54	75,17
2-3	Wjazd na Autostradę	Zjazd z autostrady	9,193 (31%)	280	237	118	145
3-4	Zjazd z autostrady	Wiadukt – Głogowska	4,024 (14%)	176	180	82	83
4-1	Wiadukt – Głogowska	Politechnika Poznańska	8,187 (28%)	1251	1016	23,5	26,6
Całość	Politechnika Poznańska	Politechnika Poznańska	29,464	2236	1803	47,4	58

### 3. WYNIKI BADAŃ

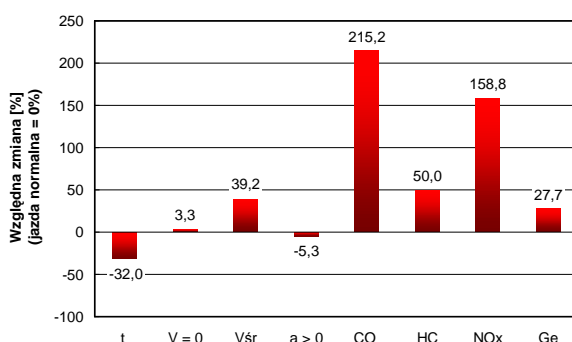
Przejazdy poszczególnych odcinków pomiarowych w zakresie zmienności stylu jazdy kierowcy cechują się różną specyfiką zarówno emisji składników szkodliwych, jak i zużycia paliwa. Należy wskazać na znaczny wzrost emisji składników toksycznych, mimo zastosowanego układu oczyszczania spalin w badanym pojeździe (reaktor utleniający). Odnotowano znaczny wzrost emisji drogowej tlenku węgla – z 0,13 do 0,39 g/km (rys. 3) oraz tlenków azotu (z 0,70 do 1,81 g/km). Na tym tle wzrost emisji drogowej węglowodorów o 50% nie jest wartością zbyt wysoką. Zużycie paliwa na pierwszym odcinku pomiarowym wzrosło z 6,2 do 7,9 dm<sup>3</sup>/100 km, mimo nieznacznego skrócenia czasu przyspieszania (rys. 4). Około 30% wzrost zużycia paliwa przy zmianie stylu jazdy na tym odcinku spowodował wzrost o 215% emisji CO oraz 158,8% wzrost emisji tlenków azotu (rys. 5). Czas przejazdu pierwszego odcinka przy zmianie stylu jazdy skrócił się o 170 s, co stanowi 32% czasu przejazdu. Średnia prędkość wzrosła o 21,2 km/h, co stanowi wzrost o około 40%.



Rys. 3. Porównanie emisji drogowej związków szkodliwych dla pierwszego etapu trasy



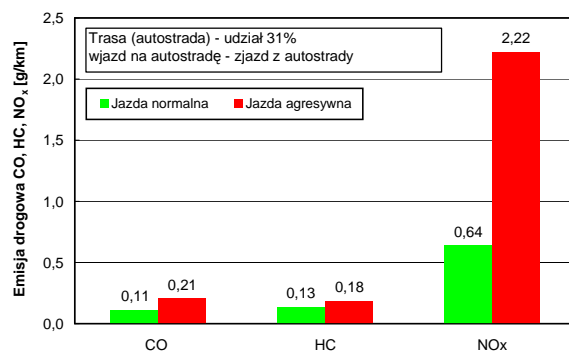
Rys. 4. Porównanie przebiegowego zużycia paliwa oraz udział warunków pracy pojazdu dla pierwszego etapu trasy



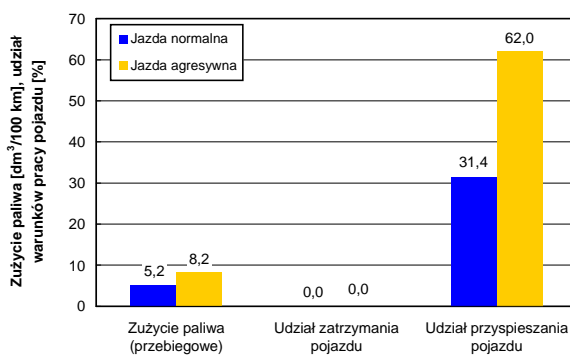
Rys. 5. Zwiększenie (zmniejszenie) udziału warunków pracy pojazdu i emisji związków szkodliwych dla pierwszego etapu trasy dla jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej

Jazda autostradowa przy zmianie stylu jazdy nie powoduje znacznego wzrostu emisji drogowej tlenku węgla (rys. 6). Wartości dla jazdy normalnej pozostają na stałym poziomie (odpowiednio 0,13 dla pierwszego odcinka oraz 0,11 g/km dla drugiego). Zmiana stylu jazdy (na agresywny) powoduje również takie same zmiany emisji drogowej węglowodorów jak w pierwszym etapie (zmiana z 0,13 do 0,18 g/km). Odpowiada to zmianom procentowym emisji odpowiednio: tlenku węgla – 92,5%, węglowodorów – 38,5% (rys. 7). Gwałtownemu wzrostowi ulegają jednakże tlenki azotu (wzrost z 0,64 do 2,22 g/km) Spowodowane jest to znacznie większym obciążeniem silnika przez uzyskiwanie większych prędkości maksymalnych pojazdu, co skutkuje skróceniem czasu przejazdu tego odcinka pomiarowego o 15,4%. Zużycie paliwa wzrosło o około 60%. Jest to największy wzrost we wszystkich czterech częściach testu (rys. 8). Spowodowane jest to znacznie większym udziałem czasu przyspieszania pojazdu (wzrost w stosunku do jazdy normalnej o 97,4%).

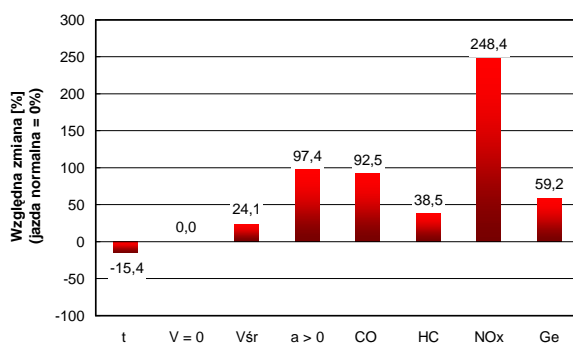
Trzeci – dojazdowy do jazdy miejskiej – etap trasy cechował się wyższymi emisjami drogowymi CO oraz NO<sub>x</sub> – rys. 9 (odpowiednio 131,4 oraz 73,5% – rys. 10). Nadal bez



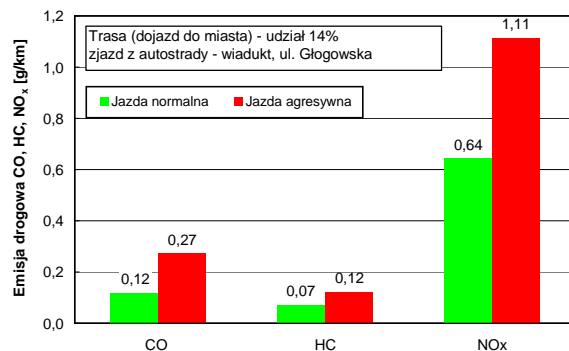
Rys. 6. Porównanie emisji drogowej związków szkodliwych dla drugiego etapu trasy



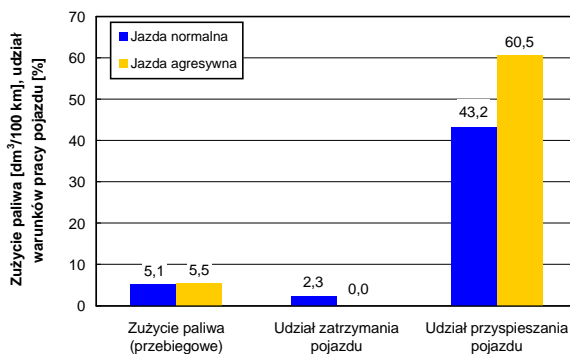
Rys. 7. Porównanie przebiegowego zużycia paliwa oraz udział warunków pracy pojazdu dla drugiego etapu trasy



Rys. 8. Zwiększenie (zmniejszenie) udziału warunków pracy pojazdu i emisji związków szkodliwych dla drugiego etapu trasy dla jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej



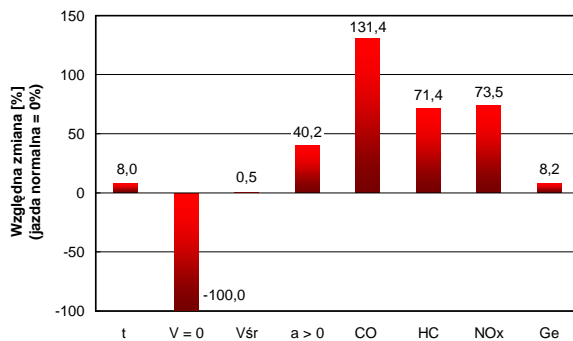
Rys. 9. Porównanie emisji drogowej związków szkodliwych dla trzeciego etapu trasy



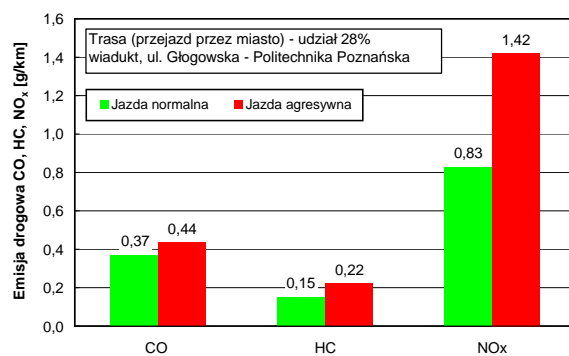
Rys. 10. Porównanie przebiegowego zużycia paliwa oraz udział warunków pracy pojazdu dla trzeciego etapu trasy

względna emisja drogowa tlenku węgla (dla przejazdu normalnego) jest na poziomie niskim i wynosi 0,12 g/km. Podobnie kształtują się wartości bezwzględne emisji drogowej tlenków azotu (0,64 g/km), które wzrosły do 1,11 g/km. Najniższa (dla wszystkich odcinków pomiarowych) jest natomiast emisja drogowa węglowodorów – 0,07 g/km, która wzrasta do 0,12 g/km przy zmianie stylu jazdy. Zużycie paliwa wzrasta nieznacznie (8,2%), co odpowiada wzrostowi z 5,1 do 5,5 dm<sup>3</sup> na 100 km (rys. 11).

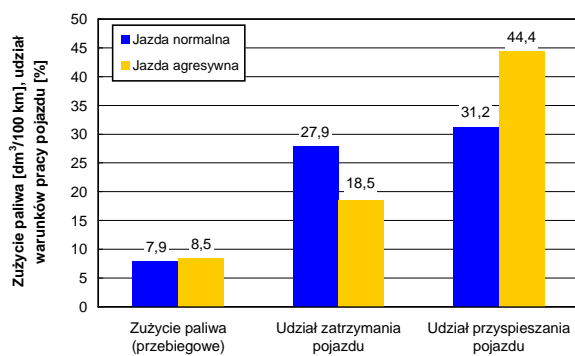
Czwarty etap stanowił jazdę miejską. Częste zatrzymania pojazdu powodowały wzrost emisji drogowej zarówno podczas przejazdu normalnego oraz agresywnego. Odnotowano wysoki poziom emisji drogowej tlenku węgla (0,37 g/km) oraz tlenków azotu (0,83 g/km) – rys. 12. Jeszcze wyższe wartości uzyskano dla jazdy agresywnej. Zużycie paliwa jest największe ze wszystkich czterech etapów i wynosi odpowiednio dla przejazdu normalnego i agresywnego 7,9 oraz 8,5 dm<sup>3</sup>/100 km (rys. 13). Duże wartości emisji drogowej dla pierwszego przejazdu nie powodują znacznych przyrostów względnych poszczególnych składników toksycznych spalin. Zmiana emisji CO wynosi 18,4, HC – 46,7, a NO<sub>x</sub> – 72% (rys. 14).



Rys. 11. Zwiększenie (zmniejszenie) udziału warunków pracy pojazdu i emisji związków szkodliwych dla trzeciego etapu trasy dla jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej

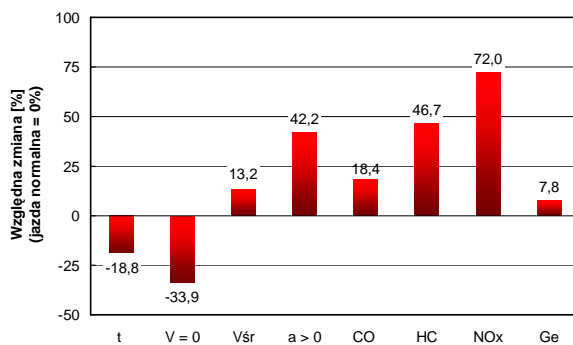


Rys. 12. Porównanie emisji drogowej związków szkodliwych dla czwartego etapu trasy

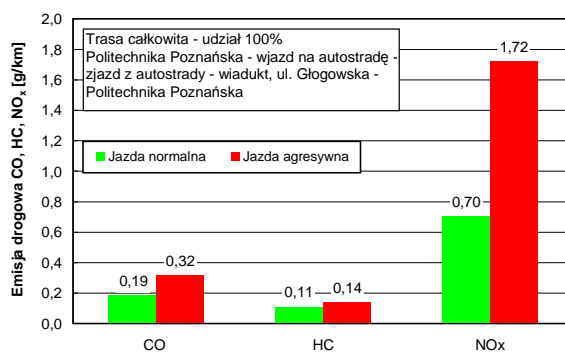


Rys. 13. Porównanie przebiegowego zużycia paliwa oraz udział warunków pracy pojazdu dla czwartego etapu trasy

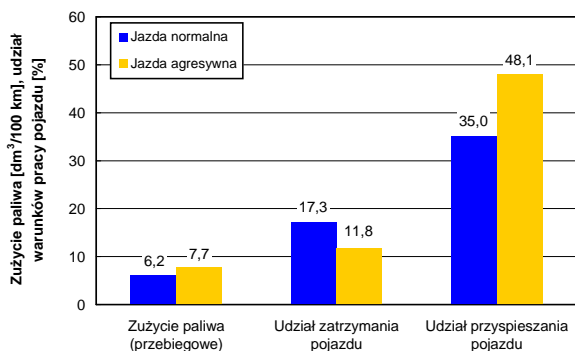




Rys. 14. Zwiększenie (zmniejszenie) udziału warunków pracy pojazdu i emisji związków szkodliwych dla czwartego etapu trasy dla jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej

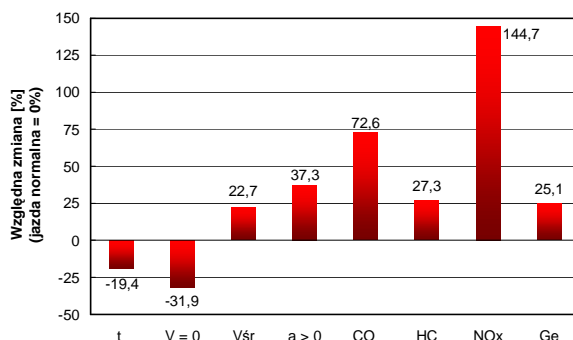


Rys. 15. Porównanie emisji drogowej związków szkodliwych dla całości trasy



Rys. 16. Porównanie przebiegowego zużycia paliwa oraz udział warunków pracy pojazdu dla całości trasy

Analiza przejazdu całej trasy wskazuje na znaczny wzrost emisji drogowej tlenu węgla podczas jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej (z 0,19 do 0,32 g/km) – rys. 15, co stanowi wzrost o około 70%. Emisja węglowodorów wzrasta w podanych warunkach w najmniejszym stopniu (27,3%) – rys. 16. Największe zmiany, a więc największy wpływ stylu jazdy kierowcy odnotowano dla pomiarów emisji drogowej tlenków azotu. W tym przypadku podczas jazdy agresywnej zanotowano wzrost w stosunku do jazdy normalnej o ponad 140%. Zużycie paliwa wzrosło z 6,2 do 7,7 dm<sup>3</sup>/100 km, co stanowi wzrost o 25% (rys. 17).



Rys. 17. Zwiększenie (zmniejszenie) udziału warunków pracy pojazdu i emisji związków szkodliwych dla całej trasy dla jazdy agresywnej w stosunku do jazdy normalnej

#### 4. WNIOSKI

Styl jazdy kierowcy znacznie wpływa na wartości emisji drogowej i zużycie paliwa:

1. Wyraźne zmiany emisji i zużycia paliwa odnotowuje się podczas zmiany stylu jazdy w warunkach autostradowych. Emisja tlenu węgla wzrasta o 100% a tlenków azotu o 250%. Zużycie paliwa wzrasta o 60% przy wzroście średniej prędkości o 24%. Należy jednak zaznaczyć, że udział czasu przyspieszania w tych warunkach wzrósł o około 100%.
2. Podczas przejazdu miejskiego odnotowano maksymalne wartości emisji drogowej wszystkich składników szkodliwych (przy przejeździe standardowym). Średnia prędkość wzrosła o około 14%, co skutkowało niezbyt wysokimi przyrostami emisji (podczas jazdy agresywnej). Maksymalne zmiany odnotowano dla tlenków azotu – 72% przy wzroście zużycia paliwa na poziomie 7,8%.
3. Analiza całego odcinka pomiarowego wskazuje na znaczny wzrost emisji drogowej tlenków azotu (144%), najmniejszy przyrost emisji drogowej węglowodorów (27,3%) oraz wzrost zużycia paliwa na poziomie 25%.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Iglesias I., Isasi L., Larburu M., Martin A., Pena A., Networked Clean Vehicles, How the Environment Information will Improve Fuel Efficiency and CO2 Emissions, SAE 2009-01-0599.
- [3] Merksiz J., Pielecha J., Gis. W., Gaseous and Particle Emissions Results from Light Duty Vehicle with Diesel Particle Filter. SAE 2009-01-2630.
- [3] Rubino L., On-Road Emissions and Fuel Economy of Light Duty Vehicles using PEMS: Chase-Testing Experiment, SAE 2008-01-1824.