

ESTIMATION PROBLEMS OF POLLUTANTS EMISSION FROM THE VEHICLES EXHAUST SYSTEM IN THE REAL ROAD TRAFFIC CONDITIONS

Adam Majerczyk, Sławomir Taubert

Motor Transport Institute
Jagiellońska 80, 03-300 Warszawa, Poland
tel.: +48 22 8113231, fax: +48 22 8110906
e-mail: adam.majerczyk@its.waw.pl, slawomir.taubert@its.waw.pl

Abstract

ITS's Environment Protection Centre has for many years been involved in estimating pollutants emission on Poland's territory and preparing official state data. Completing this task required conducting in-depth analysis of the emission from the low emission vehicles, i.e. those which are equipped with at least one lambda probe and catalytic converter. The vehicles are type approved as EURO 2, EURO 3 and EURO 4 vehicles.

Emission testing in the vehicle type approval process is conducted according to strictly defined test procedures, requiring simulation of standard driving cycles on the chassis dynamometer in precisely defined conditions. At the same time it is possible to observe drastically worse emission characteristics, outside the engine type approval operating regime, in the case of some vehicles. This generates a question about the co-relation between the tests results, which are used to admit the vehicle to the market and emission in real traffic conditions, thus also the effectiveness of pro-ecological activities.

The proposed method was developed following the analysis of momentary emissions from the exhaust system, during vehicle running on the chassis dynamometer. The measurement of momentary emissions after warming up the roadworthy vehicle to the normal operating temperature in the constant velocity conditions is on the border of detection by the measuring method and often only carbon dioxide concentration in the sample is a proof of the fact that it is not an air sample being analysed.

With this in mind, the significantly increased emission stands out, being the result of engine warming up, gear shifting or engine loading up after engine braking thus changes in the engine loads.

The result of this work is an implementation and development of methodology to establish vehicles emission characteristics and constantly growing emissions data base.

Keywords: transport, combustion engines, emission

PROBLEMY SZACOWANIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ Z UKŁADU WYDECHOWEGO POJAZDÓW W RZECZYWISTYCH WARUNKACH RUCHU DROGOWEGO

Streszczenie

Centrum Ochrony Środowiska ITS zajmuje się od szeregu lat szacowaniem emisji na terenie Polski i opracowywaniem oficjalnych danych państwowych. W celu realizacji tego zadania niezbędne było dokonanie głębokiej analizy zjawiska emisji z pojazdów niskoemisyjnych, za które uważa się pojazdy wyposażone w co najmniej jedną sondę lambda oraz reaktor katalityczny. Pojazdy te są homologowane jako pojazdy EURO 2, EURO 3 oraz EURO 4.

Kontrola emisji w procesie homologacji pojazdu jest prowadzona w oparciu o ściśle zdefiniowane procedury badawcze wymagające odtworzenia znormalizowanych cykli jezdnych na hamowni podwoziowej w ściśle określonych warunkach. Zarazem obserwuje się w niektórych pojazdach rażąco gorsze własności emisyjne poza polem pracy silnika, objętym badaniami homologacyjnymi. Rodzi to pytanie o korelację wyników pomiarów służących do dopuszczenia pojazdu do sprzedaży z emisją w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego a zatem i skuteczność działań proekologicznych.

Proponowana metoda powstała po analizie emisji chwilowych badanych gazów z układu wydechowego w trakcie jazdy pojazdu po rolce hamowni podwoziowej. Pomiar emisji chwilowych po nagraniu sprawnego pojazdu do temperatury pracy w warunkach prędkości stałej sprawnego pojazdu jest na granicy wykrywalności metody pomiarowej i nieraz jedynie stężenie dwutlenku węgla w próbce jest dowodem na to, że analizie nie jest poddawana próbka powietrza.

Na tym tle zwraca uwagę znacząco wyższa emisja, będąca efektem nagrzewania silnika bądź zmiany biegu w pojeździe, obciążenia silnika po hamowaniu silnikiem, a zatem ze zmianami obciążenia silnika.

Wynikiem prac jest wdrożenie i rozwój metodyki wyznaczania charakterystyk emisyjnych pojazdów oraz wciąż poszerzana baza danych o emisji.

Słowa kluczowe: transport, silniki spalinowe, emisja

1. Wstęp

Niemal każda działalność człowieka oprócz osiągnięcia celu skutkuje procesami niezamierzonymi, choć związanymi z zastosowaną technologią. Powstają odpady, do których zalicza się między innymi emisje gazów, pyłów lub hałasu.

Zjawisko to zachodzi również w przypadku motoryzacji. Pojazdy umożliwiają szybkie przemieszczanie się ludzi oraz ładunków, co jest jednym z filarów naszego modelu cywilizacji technicznej. Oprócz dobrodziejstw, które z sobą niesie jest obecnie jednym z istotnych zjawisk skutkujących wprowadzaniem do środowiska naturalnego substancji uznanych za szkodliwe tak dla środowiska jak i dla ludzi. Naturalnym wnioskiem byłoby zaprzestanie tej szkodliwej działalności gdyby nie konieczność rezygnacji ze stylu życia, do którego jesteśmy przyzwyczajeni.

Jedynym racjonalnym wyjściem pozostaje ograniczanie emisji przy zachowaniu dotychczasowej praktyki spalania paliw kopalnych. W Europie system ograniczania emisji polega na kształtowaniu wymagań dotyczących emisji dla pojazdów nowych, wprowadzanych na rynek oraz kontrolę stanu technicznego elementów wpływających na poziom emisji pojazdów w eksploatacji.

Niezbędnym elementem podejmowania działań mających na celu ograniczanie emisji limitowanych składników spalin jest ocena skuteczności powziętych działań. A zatem niezbędne są dane dające obraz źródła emisji oraz jego zmian w trakcie eksploatacji. Ze względu na obszerność zagadnienia niniejszy artykuł ogranicza się do problematyki emisji z układu wydechowego pojazdów niskoemisyjnych w stanie po nagraniu reaktora katalitycznego do temperatury pracy. Za pojazdy niskoemisyjne uważa się pojazdy wyposażone w co najmniej jedną sondę lambda oraz reaktor katalityczny. Pojazdy te są homologowane jako pojazdy EURO 2, EURO 3 oraz EURO 4.

2. Stan zagadnienia

Prace badawcze mające na celu określenie emisji gazów z układu wydechowego pojazdu zostały podjęte w tym samym czasie, co wprowadzenie przepisów dopuszczalnej wielkości tej emisji. Metodyka określenia ulega ciągłej ewolucji w związku z rozwojem wiedzy w tym zakresie, ulepszeniem metod badań zarówno kinematyki pojazdów w ruchu drogowym jak i emisji, wzrostu natężenia ruchu drogowego, wprowadzenia nowych metod ograniczenia emisji, a także coraz większą liczbą danych doświadczalnych. Szczególnemu nasileniu uległy prace w tej dziedzinie w latach dziewięćdziesiątych w związku z tym, że podpisane konwencje, umowy i układy międzynarodowe nakładają na ich sygnatariuszy obowiązek określenia emisji zanieczyszczeń w skali całego kraju, w tym z transportu, tzw. inwentaryzacji emisji, i przekazywania jej wyników do wiadomości pozostałych stron porozumień.

Większość projektów, mających na celu określenie emisji z populacji pojazdów, które były wykonane dotychczas, opiera się na trzech elementach:

- określeniu kinematyki pojazdu,
- doboru pojazdów do badań,

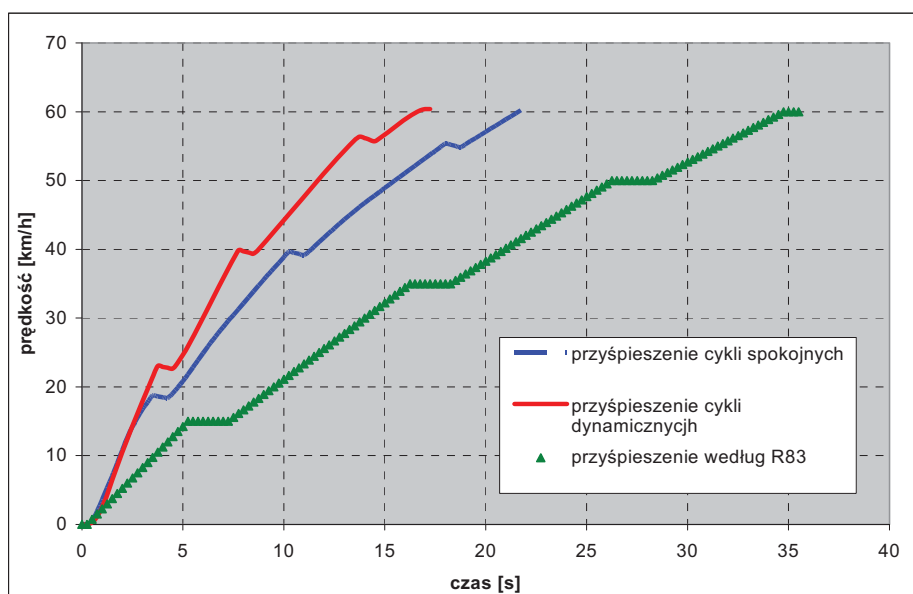
- wykonania pomiarów na hamowni podwoziowej w warunkach symulacji wybranych cykli jezdnych.

3. Określenie kinematyki pojazdu

Jako podstawowy cykl badawczy do badań emisji stosuje się test ECE. Jest to cykl syntetyczny, opracowany w latach sześćdziesiątych na podstawie badań prowadzonych we Francji, głównie w Paryżu, Niemczech (Hanower, Hamburg, Kolonia, Frankfurt nad Menem, Stuttgart oraz Monachium), a także innych miastach europejskich: Wiedniu, Zurychu, Sztokholmie i Göteborgu.

Aby sprawdzić, jakie są różnice między rzeczywistą kinematyką ruchu, a tą wynikającą z testu ECE, przeprowadzono pomiary drogowe z użyciem samochodu Skoda 125L, a zatem pojazdu o umiarkowanych parametrach dynamicznych. Po wyposażeniu pojazdu w urządzenie do rejestracji prędkości wykonano rejestrację w warunkach jazdy miejskiej na wielopasmowej ulicy. Wybrano ulicę z minimalnym udziałem ruchu pojazdów innych niż samochody osobowe. Kierujący miał za zadanie jechać tak jak pozwalały na to warunki ruchu. Pojazd ruszał po zatrzymaniu z przyspieszeniem charakterystycznym dla typu pojazdu. Uzyskane wyniki pokazano na rys. 1.

Wyniki badań przeprowadzonych w rzeczywistych warunkach ruchu w Warszawie wskazują, że uzyskiwane przyspieszenia są większe niż przewidziane w Regulaminie 83. A zatem i silnik pojazdu poruszającego się po drodze pracuje w innym polu pracy niż w czasie testów homologacyjnych. Widać więc, że cykl ECE nie oddaje współczesnej kinematyki ruchu.



Rys. 1. Porównanie przebiegu zmian prędkości w czasie w warunkach rzeczywistych ruchu drogowego i testu typu I określonego w Regulaminie 83 EKG ONZ

Fig. 1. Comparison of the velocity changes diagram as a function of time in the real road traffic conditions and type I test described in the UN-ECE Regulation 83

Test ECE został opracowany, gdy silniki o zapłonie iskrowym wyposażane były głównie w gaźnikowy układ zasilania. Nie były wtedy również stosowane reaktory katalityczne. Wysoka, według dzisiejszych standardów, emisja z układu wydechowego występowała tak w fazach jazdy ze stałą prędkością, jak i przy przyspieszaniu i hamowaniu silnikiem. Emisja z układu wydechowego silnika zasilanego gaźnikiem zależała od konstrukcji silnika, własności paliwa, warunków pracy jak prędkość obrotowa i obciążenie oraz składu mieszanki.

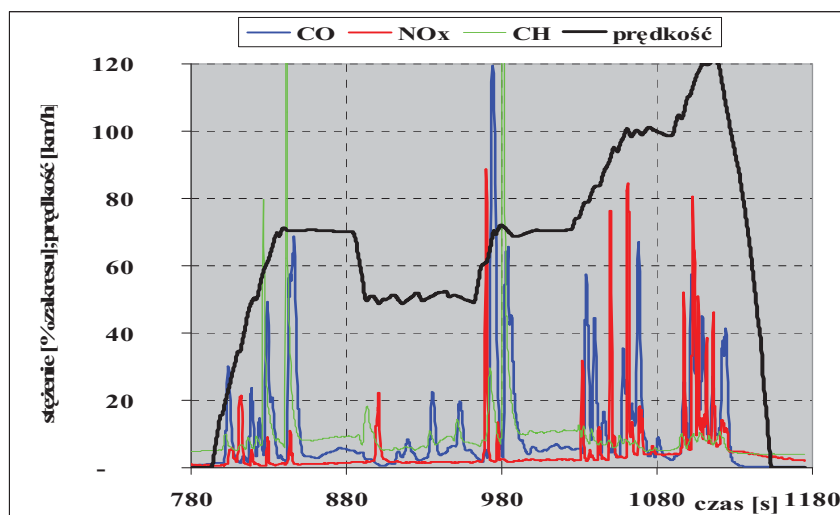
Rozwój konstrukcyjny silników o zapłonie iskrowym, a w szczególności wprowadzenie wtryskowych układów zasilania sterowanych elektronicznie i reaktorów katalitycznych, spowodował radykalne ograniczenie emisji z układu wydechowego. W przypadku, gdy pojazd spełniający najnowsze normy EURO 2, 3 lub 4 porusza się z umiarkowaną, stałą prędkością jazdy,

silnik jest doprowadzony do stanu równowagi cieplnej, a reaktor katalityczny uzyska optymalną temperaturę pracy, to wartość emisji tlenku węgla (CO), węglowodorów (CH) oraz tlenków azotu (NO_x) z układu wydechowego nowego, sprawnego pojazdu zbliża się do granic możliwości pomiarowych metod pomiarowych stosowanych dla homologacji typu pojazdu w zakresie emisji.

Rejestracje wykonywane podczas pomiarów emisji w teście ECE wskazują, że wzrost emisji w trakcie jazdy pojazdem jest związany, poza fazą nagrzewania pojazdu, z fazami przyśpieszania oraz stabilizacji prędkości po zakończeniu przyśpieszenia, bądź po zakończonym hamowaniu silnikiem. Rys. 2 przedstawia wyniki rejestracji stężeń badanych gazów rozcieńczonych w układzie CVS na tle rzeczywistego przebiegu prędkości pojazdu podczas odtwarzania cyklu zamiejskiego ECE. Rejestrowane stężenie jest proporcjonalne do emisji wyrażonej w gramach na jednostkę czasu, zatem przebieg stężeń daje obraz emisji chwilowych w trakcie wykonywania testu.

Każda z faz przyśpieszania jest związana ze wzrostem emisji limitowanych składników spalin. W części jest to związane ze zwiększeniem wydatku spalin z układu wydechowego przy wzroście obciążenia silnika, lecz głównym powodem jest zmiana składu mieszanki palnej o wartość, która nie pozwala na osiągnięcie optymalnej pracy reaktora katalitycznego. Odejście od wartości optymalnej składu w kierunku mieszanek bogatych będzie powodował wzrost emisji tlenku węgla i węglowodorów, natomiast w kierunku mieszanek ubogich wzrost emisji tlenków azotu.

Można przyjąć, że najniższą emisję na kilometr przejechanej drogi otrzyma się w przypadku, gdy cykl jezdny zawiera maksymalnie duży udział faz prędkości stałych.



Rys. 2. Przebieg stężeń mierzonych zanieczyszczeń gazowych w cyklu zamiejskim ECE
Fig. 2. Gas pollutants measured concentration diagram in EUDC cycle

W tabeli 1 przedstawiono udziału poszczególnych faz w cyklach miejskim i pozamiejskim.

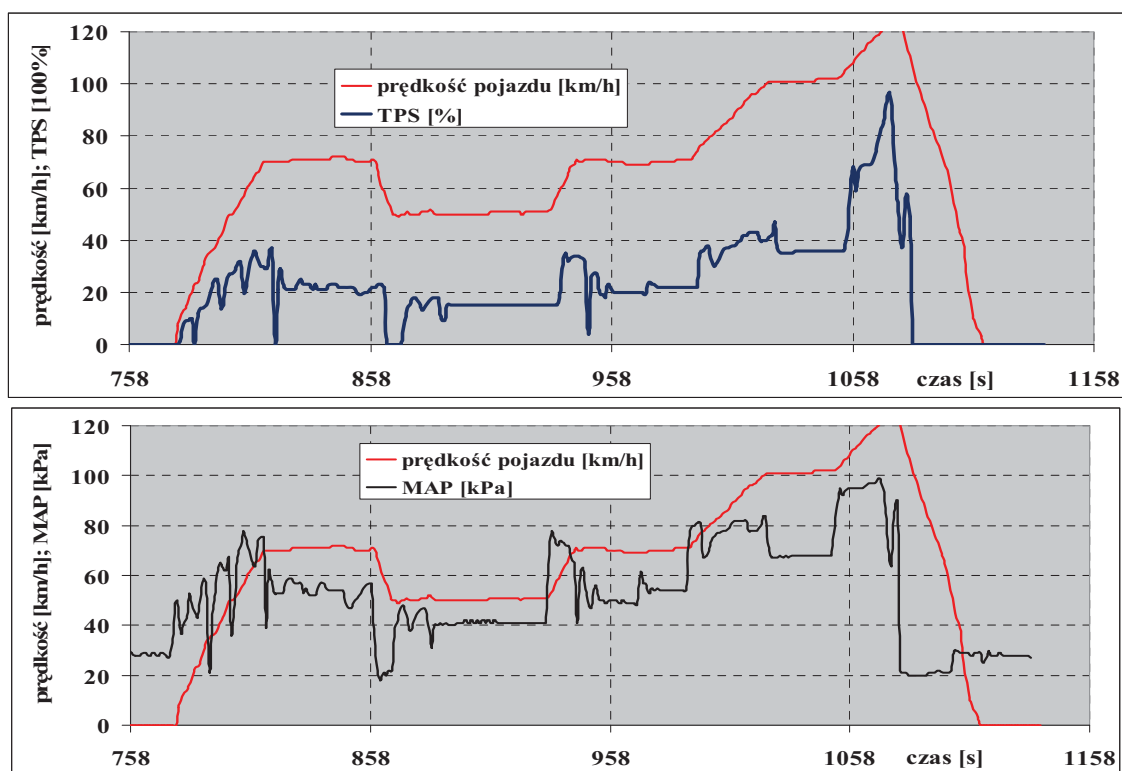
Tab. 1. Udziały poszczególnych faz [%] w cyklu miejskim i zamiejskim testu ECE
Tab. 1. Proportions of each phase [%] in the UDC and EUDC test

Faza	cykl miejski	cykl zamiejski
bieg jałowy	30,8	10,0
prędkość stała	29,2	52,2
hamowanie	12,8	10,5
przyśpieszanie	18,5	25,8
zmiana biegu	4,1	1,5

Za fazy „sprzyjające” powstawaniu emisji uważa się fazy przyśpieszania oraz zmiany biegów. Udział tych faz w cyklu miejskim wynosi 23%, natomiast w zamiejskim 27%.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że prędkości stałe w znormalizowanych cyklach jezdnych odtwarza się z dokładnością podaną w normie. Jednym z wymogów jest odtwarzanie faz jazdy z prędkościami stałymi przy możliwie stałym położeniu przepustnicy, co nie zachodzi w równym stopniu w warunkach rzeczywistego ruchu drogowego. Na rys. 3 przedstawiono pracę przepustnicy powietrza obrazowaną przez sygnał z czujnika położenia przepustnicy TPS w trakcie odtwarzania cyklu zamiejskiego. Widoczne jest, że nawet przy sterowaniu samochodem przez niedoskonałego jako element wykonawczy człowieka, w trakcie odtwarzania prędkości stałych ruchy przepustnicy nie przekraczają kilku procent. Na rysunku zamieszczono również przebieg zmian ciśnienia absolutnego w przewodzie dolotowym.

W rzeczywistych warunkach jazdy w mieście nie stwierdzono występowania cyklu o podobnym charakterze odtwarzania prędkości stałych. Rys. 4 przedstawia analogiczne dane co rys. 3 tylko zarejestrowane w trakcie odtwarzania jednego z cykli miejskich opracowanych w ITS na podstawie badań drogowych charakteryzującego się zblizoną prędkością średnią cyklu co cykl zamiejski. Przez cały cykl pojazd przyspiesza bądź zwalnia, co znajduje odzwierciedlenie w zmierzonej wielkości emisji (tab. 2).

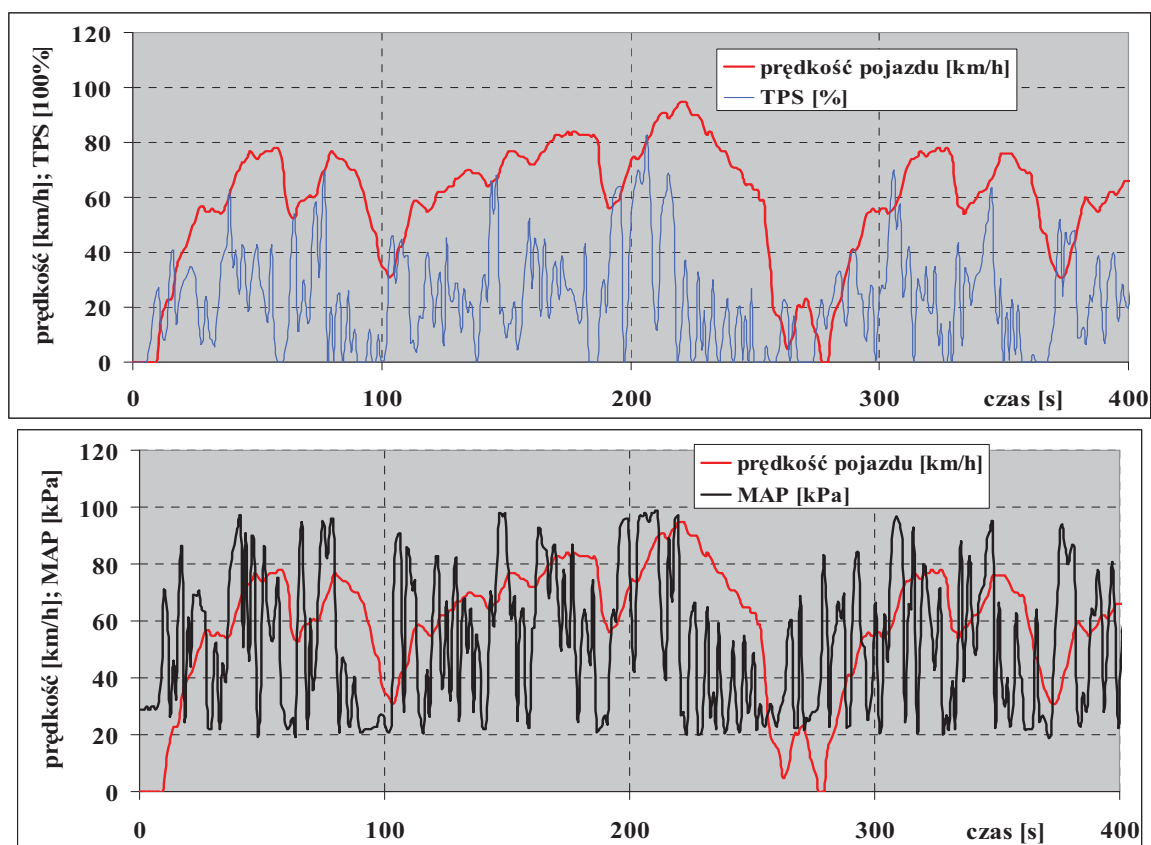


Rys. 3. Sterowanie przepustnicą i przebieg ciśnienia absolutnego (MAP) w przewodzie dolotowym w trakcie odtwarzania cyklu zamiejskiego według Regulaminu 83 EKG ONZ

Fig. 3. Throttle control and absolute pressure run (MAP) in the inlet manifold during simulation of EUDC cycle according to UN-ECE Regulation 83

W celu ustalenia rzeczywistych warunków ruchu w Polsce podjęto badania polegające na zarejestrowaniu parametrów charakterystycznych jazdy samochodów w warunkach ruchu drogowego oraz określeniu na tej podstawie reprezentatywnych cykli jazdy do odtworzenia w laboratorium na hamowni podwoziowej z jednoczesnym pomiarem emisji zanieczyszczeń i zużycia paliwa. Rejestracja parametrów charakterystycznych jazdy obejmowała:

- prędkość jazdy w funkcji czasu,
- przełożenia skrzyni biegów,
- włączenie i wyłączenie sprzęgła,
- komentarz o rodzaju drogi i warunkach ruchu.



Rys. 4. Sterowanie przepustnicą i przebieg ciśnienia absolutnego (MAP) w przewodzie dolotowym w trakcie odtwarzania cyklu M5

Fig. 4. Throttle control and absolute pressure run (MAP) in the inlet manifold during simulation of the M5 cycle

Tab. 2. Emisja [g/km] w cyklu zamiejskim ECE oraz M5
Tab. 2. Emission [g/km] in EUDC and M5 cycles

Faza	cykl zamiejski	cykl M5
CO	0,237	0,443
NO _x	0,006	0,017
CH	0,035	0,035
Zużycie paliwa	5,51	5,94

Ze względu na ograniczoność środków badania przeprowadzono w warunkach, które ogólnie można nazwać „przeciętnymi”. Unikano prowadzenia badań w złych warunkach atmosferycznych (ulewny deszcz, obfite opady śniegu, mgła) oraz warunkach ruchu występujących sporadycznie (np. na odcinkach, na których prowadzone były prace drogowe). W przypadku ruchu „gęstego” lub „przeciętnego” poruszano się z podobną prędkością co pozostali użytkownicy drogi. Przy małym natężeniu ruchu był naśladowany styl jazdy stosowany przez przeciętnych kierowców, określony w ramach jazd próbnych.

Na podstawie rejestracji warunków drogowych można stwierdzić, że w rejestracjach przebiegów drogowych nie zanotowano warunków prędkości stałej odtwarzanej analogicznie jak w teście jezdnym, czyli przy stałej prędkości obrotowej i stałym otwarciu przepustnicy. Dotyczy to przede wszystkim warunków jazdy w ruchu miejskim. W warunkach jazdy po drogach zamiejskich i przy małym natężeniu ruchu warunki zbliżone do kinematyki cyklu ECE występują, ale i w tym przypadku nie występują fazy ściśle prędkości stałej – zawsze występują niewielkie wahania prędkości wynikające ze zmiany położenia pedału przyspieszenia.

Analiza materiału doprowadziła do wyróżnienia następujących cykli jezdnych uznanych za reprezentatywne dla poszczególnych warunków ruchu:

- M1 – ruch w zatorach,
- M2 – ruch o dużym natężeniu, występujący przede wszystkim w okresie szczytu komunikacyjnego na głównych arteriach komunikacyjnych dużych miast, na ulicach bocznych w dzielnicach centralnych,
- M3 – ruch o przeciętnym natężeniu (w obecnych warunkach), występujący przede wszystkim w godzinach poza szczytem komunikacyjnym w dni robocze na głównych arteriach komunikacyjnych dużych miast, ulicach bocznych w dzielnicach centralnych i podmiejskich,
- M4 – ruch o przeciętnym natężeniu na drogach ekspresowych i drogach wylotowych dużych miast, drogach tranzytowych przez miasta nie wojewódzkie oraz o małym natężeniu na głównych arteriach komunikacyjnych dużych miast,
- M5 – ruch o małym natężeniu na drogach ekspresowych i drogach wylotowych dużych miast, drogach tranzytowych przez miasta nie wojewódzkie,
- ZW2 – cykl zamiejski, charakterystyczny dla dróg krajowych,
- EXP – cykl charakteryzujący jazdę na drodze ekspresowej / autostradzie.

Tab. 3. Parametry cykli użytych do symulacji rzeczywistych warunków ruchu drogowego
Tab. 3. Parameters of the cycles used for simulating real road traffic conditions

Nazwa cyklu	Czas [s]	Droga [m]	Prędkość średnia [km/h]
M1	894	1 604	6,5
M2	749,5	3 565	17,1
M3	725	6 746	33,5
M4	617	8 382	48,9
M5	587	9 943	61,0
ZW2	713,0	15 494	78,2
EXP	706,5	22 706	115,7

4. Dobór pojazdów do badań

Podstawowym problemem przy planowaniu doświadczenia jest reprezentatywność próbki pojazdów poddawanej badaniom. Już jako fabrycznie nowe samochody przedstawiają zróżnicowany poziom emisji. Różnice pogłębia ich zużycie, zależne tak od przebiegu jak i sposobu użytkowania oraz obsługi.

Stan techniczny pojazdów w eksploatacji jest zróżnicowany ze względu na:

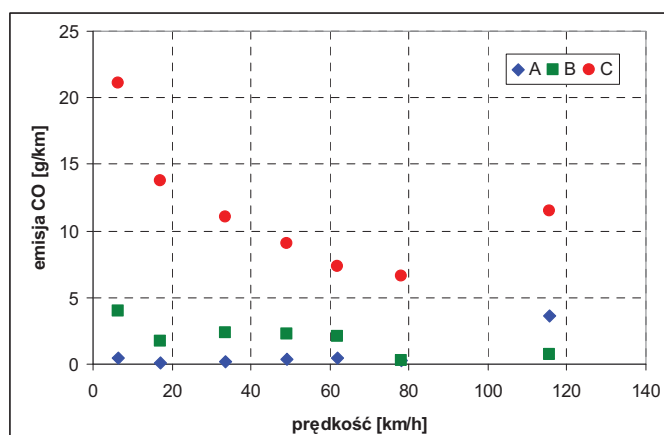
- zużycie pojazdu związane z przebiegiem,
- poziom techniczny obsługi – od pojazdów naprawianych na bieżąco po pojazdy o krańcowo zaniedbanych elementach wpływających na poziom emisji jak silnik, reaktor katalityczny, sondy lambda,
- demontaż reaktorów katalitycznych w eksploatacji, szczególnie w silnikach zużywających olej silnikowy, w których następuje zmniejszenie przepustowości w stopniu wpływającym na pracę silnika lub przy okazji wymiany układu wydechowego dla zmniejszenia kosztów naprawy,
- napływ pojazdów ze stosunkowo mało użytymi reaktorami szczególnie z terenu Niemiec; są to pojazdy wyposażone w układy wtryskowe, dostosowane w eksploatacji do poziomu emisji EURO 2 przez zamontowanie reaktora katalitycznego,

- montażu instalacji gazowych, co w większości przypadków zmienia zasadniczo własności emisyjne pojazdu, również przy zasilaniu benzyną, i jest podmiotem osobnych badań tej specyficznej emisyjnie kategorii pojazdów [1].

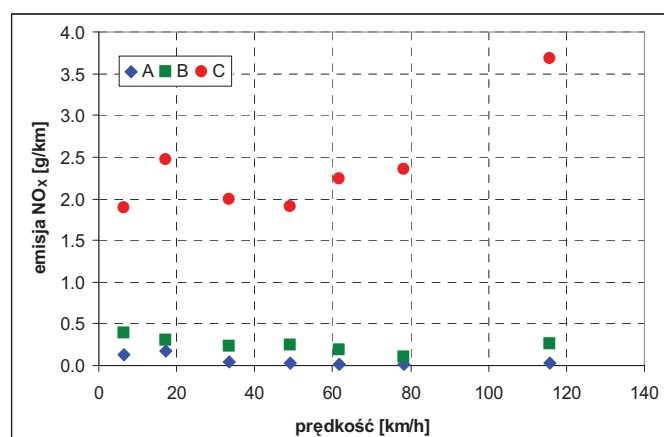
W zależności od stopnia zużycia pojazdu zmieniają się jego własności emisyjne. Współczesne reaktory katalityczne cechuje wysoka sprawność przekraczająca 95%. Wraz ze starzeniem reaktora spada jego sprawność a emisja wzrasta. A zatem w miarę starzenia reaktora następuje wzrost emisji limitowanych składników spalin do wartości charakterystycznych dla pojazdu nie wyposażonego w reaktor.

Zakres zmian w czasie użytkowania pojazdu zmienia się w szerokich granicach. Dla zilustrowania problemu przedstawiono wartości emisji zmierzone podczas odtwarzania cykli drogowych dla pojazdów:

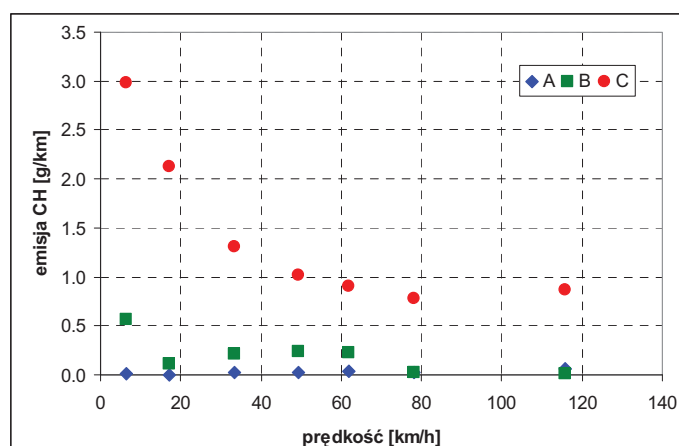
- A – samochód osobowy z przebiegiem 25 tys. km, wyposażony w fabrycznie nowy, oryginalny reaktor katalityczny, homologowany według EURO 3, spełniającego w trakcie pomiarów z zapasem wymagania homologacyjne EURO 3,
- B – samochód z przebiegiem 110 tys. km, reaktor katalityczny oraz sonda lambda nie wymieniane od nowości pojazdu, homologowany według poziomu emisji EURO 2; w trakcie pomiarów spełniał wymagania dla swojej klasy emisyjnej,
- C – samochód wyposażony w układ wtryskowy benzyny sterowany sondą lambda ze zdemontowanym reaktorem katalitycznym, co ma symulować całkowicie zniszczony lub zdemontowany reaktor katalityczny. Przebieg samochodu wskazywany na liczniku, wynoszący 120 tysięcy kilometrów nie został potwierdzony. Stwierdzono, że silnik był sprawny pod względem mechanicznym przez pomiar ciśnienia sprężania. Silnik pojazdu oraz układ wtryskowy pracował prawidłowo.



Rys. 5. Emisja CO w rzeczywistych cyklach jezdnych dla samochodów A, B i C
Fig. 5. CO emission in the real driving cycles for the A, B and C cars



Rys. 6. Emisja NO_x w rzeczywistych cyklach jezdnych dla samochodów A, B i C
Fig. 6. NO_x emission in the real driving cycles for the A, B and C cars



Rys. 7. Emisja CH w rzeczywistych cyklach jezdnych dla samochodów A, B i C
 Fig. 7. CH emission in the real driving cycles for the A, B and C cars

Wyniki pomiarów emisji są zgodne z oczekiwaniami. Najniższą emisją cechuje się samochód EURO 3, gorszy jest EURO 2 ze znacznym przebiegiem. Natomiast wyniki emisji samochodu C znacznie od nich odbiegają.

Wyniki samochodu A są typowe dla nowych samochodów niskoemisyjnych i są bliskie oszacowaniu granicy przedziału dla samochodów nowych.

Wyników samochodu C nie można traktować jako granicy możliwych emisji dla populacji samochodów ze znacznym przebiegiem. Pojazd w trakcie pomiarów był sprawny. W przypadku zużycia zaworów własności emisyjne węglowodorów mogą się wielokrotnie zwiększyć w stosunku do wartości zmierzonych. Również uszkodzenia sterowania układu zasilania mogą spowodować istotną zmianę emisji z pojazdu.

Uzyskane wyniki emisji samochodu A i C przedstawiają orientacyjnie granice przedziału, w jakich oczekiwać można wyników pomiarów populacji pojazdów o różnym stopniu zużycia reaktorów katalitycznych, wyposażonych w sprawne układy wtryskowe sterowane sondą lambda oraz silniki sprawne technicznie.

Stosowana metoda pomiarowa pozwala na określenie własności emisyjnej badanego samochodu. Jednak dla oszacowania emisji z populacji samochodów niskoemisyjnych niezbędne jest określenie:

- rozkładu prawdopodobieństwa wyników emisji w populacji samochodów niskoemisyjnych i na tej podstawie określenie kategorii emisyjnych,
- oszacowanie częstotliwości występowania pojazdów o w ruchu z podziałem na ruch w warunkach miejskich i pozamiejskich a zatem całkowitego przebiegu kategorii emisyjnych,
- oszacowanie częstotliwości uruchomień zimnego silnika, temperatur tych uruchomień oraz emisji związanych z uruchomieniem zimnego silnika.

Pozyskanie próbki do badań napotyka jednak na bariery organizacyjne. Podstawową jest uzyskanie pojazdu od właściciela na czas minimum jednego dnia pomiarowego. Właściciele pojazdów, szczególnie mocno zużytych, niechętnie udostępniają samochód do badań emisji z obawy o możliwość jego uszkodzenia. Natomiast to pojazdy zużyte są populacją najbardziej istotną statystycznie ze względu na liczebność jak też na poziom emisji zużytych już pojazdów.

ITS od lat powiększa bazę wyników pomiarów pojazdów różnych marek, będących w zróżnicowanym stanie technicznym. Nowym kierunkiem badań są prace o wpływie użycia instalacji zasilających silniki gazem propan-butan na poziom emisji. Prowadzone są również pomiary z użyciem samochodów osobowych i dostawczych kategorii N1 wyposażonych w silniki o zapłonie samoczynnym.

Literatura

- [1] Majerczyk, A., Taubert, S., *Ocena właściwości emisyjnych pojazdu wyposażonego w silnik o zapłonie iskrowym, zasilany paliwem gazowym LPG w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego*, VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa SILNIKI GAZOWE, 2006.
- [2] Radzimirski, St., Majerczyk, A., Taubert, S., *Badania warunków pracy pojazdów na drogach*, Prace Instytutu Transportu Samochodowego. Zeszyt 90 str. 250, Warszawa, 2000.
- [3] Radzimirski, St., Majerczyk, A., Taubert, S., *Opracowanie metodyki określania wskaźników emisji zanieczyszczeń i określenie emisji z układu zasilania paliwem*, Prace Instytutu Transportu Samochodowego. Zeszyt 91 str. 19, Warszawa, 2001.
- [4] Radzimirski, St., Majerczyk, A., Taubert, S., *Określenie emisji zanieczyszczeń z układu wydechowego pojazdów niskoemisyjnych*, Prace Instytutu Transportu Samochodowego. Zeszyt 93 str. 139, Warszawa, 2002.