

Edward TRZENSIK, Marek ŚWIATŁOŃ

## **WPŁYW IMPLEMENTACJI NORM EMISJI SPALIN EURO 5 I EURO 6 NA PRZEMYSŁ MOTORYZACYJNY, W ASPEKTCIE WDRAŻANIA NOWYCH TECHNOLOGII I WZROSTU KOSZTÓW EKSPLOATACJI POJAZDÓW**

**Streszczenie.** Silniki spalinowe w pojazdach samochodowych w trakcie swojej pracy wydają dużą ilość substancji szkodliwych do środowiska naturalnego. Jest to szczególnie widoczne w przypadku silników napędzanych paliwami pochodzącymi z przeróbki ropy naftowej. Ciągły rozwój motoryzacji powoduje, że problem ten staje się coraz bardziej odczuwalny. W artykule przedstawiono działania mające na celu ograniczenie negatywnych skutków towarzyszących rozwojowi motoryzacji.

## **AUSWIRKUNGEN DER IMPLEMENTIERUNG DER ABGASNORMEN EURO 5 UND EURO 6 AUF DIE AUTOMOBILINDUSTRIE UNTER DEM ASPEKT DER EINFÜHRUNG NEUER TECHNOLOGIEN UND DEM ANSTIEG DER FAHRZEUGBETRIEBSKOSTEN**

**Zusammenfassung.** Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen geben während des Betriebs eine Menge umweltschädliche Substanzen ab. Dies trifft besonders auf die Motoren zu, die mit aus Erdöl gewonnenen Kraftstoffen betrieben werden. Die steigende Anzahl motorisierter Fahrzeuge verschärft dieses Problem zunehmend. Der Artikel beschreibt Maßnahmen, die dazu dienen sollen, die negativen Auswirkungen, die die Zunahme von Fahrzeugen begleiten, zu verringern.

### **1. POLITYKA TRANSPORTOWA UNII EUROPEJSKIEJ W KONTEKŚCIE OGRANICZENIA EMISJI SZKODLIWYCH SUBSTANCJI PRZEZ POJAZDY SAMOCHODOWE**

Transport jest jedną ze strategicznych gałęzi gospodarki. Bardzo często oddziałuje na funkcjonowanie procesów gospodarczych oraz w szerokim zakresie wpływa na życie człowieka. Rozpowszechnienie i rozwój nowych gałęzi, spowodowały bardzo wiele zmian w życiu społecznym i gospodarczym. Głównie dotyczyły one wzrostu mobilności ludzi oraz rozwoju handlu w skali gospodarki światowej. Jednak, podobnie do wielu innych form działalności ludzkiej, transport wiąże się z efektami zewnętrznymi, wpływającymi na środowisko naturalne i życie człowieka.

Dzięki trwałym tendencjom, które wystąpiły w gospodarce światowej w XX wieku, takim jak: obniżenie kosztów produkcji pojazdów czy spadek realnych cen paliw płynnych, wzrosła dostępność środków transportu i powszechność ich użytkowania. W Polsce można to było szczególnie zaobserwować w liczbie samochodów już eksploatowanych sprowadzonych z zagranicy w ostatnich latach [1, 2]. W konsekwencji doprowadziło to do nasilenia się problemów, których bezpośrednie przyczyny leżą w kosztach zewnętrznych transportu.

Analizując działalność transportu, wyróżnić można kilka rodzajów kosztów zewnętrznych [3]:

- zanieczyszczenie środowiska naturalnego;
- negatywny wpływ na klimat i krajobraz;
- zużycie czasu i kongestia transportowa;
- hałas;
- zajętość terenu i wypadki.

Poszczególne rodzaje efektów zewnętrznych mają kilka odmiennych źródeł o charakterze technicznym. Elementem, który powoduje największe i najbardziej uciążliwe koszty zewnętrzne, jest silnik spalinowy. Podczas jego pracy, do atmosfery emitowane są szkodliwe związki, będące pochodnymi spalania paliwa oraz hałas. Ponieważ nowoczesne rozwiązania tłumiące pozwalają znacznie ograniczyć mechaniczny hałas silnika, bardziej dotkliwy staje się hałas aerodynamiczny, a jego ograniczenie dotyczy głównie konstrukcji nadwozia, co nie jest przedmiotem omawianej tematyki.

Wydalanie szkodliwych substancji przez silniki spalinowe jest bardzo istotnym i złożonym problemem. Dotyczy to przede wszystkim silników zasilanych paliwami – pochodzenia naftowego. Powodowane jest to niecałkowitym i niezupełnym spalaniem paliwa w cylindrze, a następnie wydalaniem spalin przez układ wydechowy silnika do atmosfery. Wraz z rozwojem motoryzacji i popularyzacją środków transportu, problem ten stawał się coraz bardziej dotkliwy, szczególnie na terenach zurbanizowanych, gdzie nasilenie ruchu i gęstość zaludnienia są największe. Obecnie silniki spalinowe emitują na terenach zurbanizowanych do 70% tlenków azotu i do 90% ołowiu [4]. Mimo starań wielu organizacji poziom zanieczyszczeń powietrza w wielu miastach często przekracza dopuszczalne normy.

Do najbardziej szkodliwych składników spalin silnikowych należą: tlenki azotu, tlenek węgla, węglowodory, cząstki stałe, tlenki siarki, aldehydy, oraz pozostałe związki, między innymi związki ołowiu.

Tlenki azotu to toksyczne składniki spalin powstające w wyniku spalania paliw płynnych. Wyróżnia się: podtlenek azotu, tlenek azotu, dwutlenek azotu, trójtlenek azotu, czterotlenek azotu oraz pięcioletnik azotu. Silniki spalinowe emitują do atmosfery około 40 – 50% wszystkich tlenków azotu [4].

Kolejnym gazem toksycznym jest tlenek węgla. W przypadku nadmiernego stężenia w wdychanym powietrzu następuje niedotlenienie organizmu, którego najczęstsze objawy to: ból i zawroty głowy, przemęczenie, utrata apetytu, zaburzenia snu. Pierwsze limity emisji tlenku węgla zostały wprowadzone w Niemczech w 1971 roku, co stało się punktem zwrotnym w ograniczaniu jego emisji [4].

Źródłem emisji węglowodorów jest skrzynia korbowa silnika oraz układy zasilania i smarowania silnika. Najbardziej szkodliwy węglowodor to benzen. W przypadku nadmiernego jego stężenia we wdychanym powietrzu możliwe są mdłości, zawroty głowy, wymioty, utrata świadomości, uszkodzenia narządów krwionośnych i szpiku kostnego [4].

Cząstki stałe to produkty wydostające się z układu wylotowego silnika o konsystencji ciekłej lub stałej, a więc zawierające między innymi pewną ilość cząstek węgla, siarki i azotu, metali ciężkich i węglowodorów [4]. Największa ich szkodliwość wynika z ich właściwości

fizykochemicznych – cząstki stałe mogą być bardzo łatwo wchłonięte przez organizmy żywe podczas ich oddychania, a wraz z nimi wcześniej wymienione szkodliwe substancje [5].

W związku z negatywnym oddziaływaniem spalin silnikowych na otoczenie, zasadne jest podjęcie działań prowadzących do ich minimalizacji. Przyniosłoby to wymierne korzyści w postaci poprawy czystości powietrza oraz ograniczyłoby występowanie groźnych dla organizmów żywych powikłań. Obecnie przemysł motoryzacyjny dysponuje możliwościami technicznymi pozwalającymi na wydatne ograniczenie emisji szkodliwych substancji przez silnik spalinowy. Jednakże ich wykorzystanie wiązałoby się z dodatkowymi kosztami, które musieliby ponieść producenci, a to w konsekwencji obniżałoby efektywność ekonomiczną ich działalności lub, w przypadku próby przeniesienia tych kosztów na konsumenta, obniżałoby konkurencyjność cenową pojazdów na rynku. Dlatego w omawianym przypadku, do poprawy sytuacji niezbędne jest wspomaganie mechanizmów rynkowych adekwatną polityką transportową.

Chcąc ograniczyć emisje wymienionych wcześniej szkodliwych substancji przez samochodowe pojazdy ciężkie, zastosowano Europejskie Normy Emisji Spalin (EURO) – dla samochodów ciężarowych po raz pierwszy zostały wprowadzone w 2000 roku. Mechanizm działania (EURO) polega na implementacji granicznych wartości emisji spalin, które muszą spełnić pojazdy, aby otrzymać homologację niezbędną do poruszania się po drogach UE. Wobec tego działanie dotyczy wszystkich producentów chcących sprzedawać swoje pojazdy na rynku europejskim, co całkowicie rozwiązuje kwestie obligatoryjności zastosowania pewnych rozwiązań. Po normie EURO III sukcesywnie zaostrzano politykę ograniczania szkodliwości spalin samochodowych – wprowadzono kolejne wersje: EURO IV – EURO V (obowiązująca obecnie od października 2008 roku).

Tabela 1

Dopuszczalne wartości graniczne emisji poszczególnych związków dla kolejnych norm EURO

Norma	Data wprowadzania	CO (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	PM (mg/kWh)
EURO III	10.2000 r.	2 100	660	5 000	100
EURO IV	10.2005 r.	1 500	460	3 500	20
EURO V	10.2008 r.	1 500	460	2 000	20
EURO VI	01.2013 r.	1 500	130	400	10

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji podanych w witrynie Komisji Europejskiej – Zbiór aktów legislacyjnych: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/air\\_pollution/index\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/index_en.htm)

Do tej pory EURO IV w największym stopniu dotyczyły ograniczenia emisji cząstek stałych (ze 100 mg/kWh w EURO III do 20 mg/kWh w EURO IV) oraz tlenu węgla (ze 2100 mg/kWh w EURO III do 1500 mg/kWh w EURO IV i V), a także tlenków azotu

(z 5000 mg/kWh w EURO III do 3500 mg/kWh w EURO IV). Z kolei w EURO V ograniczenie odnosiło się głównie do tlenków azotu (z 3500 mg/kWh w EURO IV do 2000 mg/kWh w EURO V). Obecnie przemysł samochodowy podejmuje działania zmierzające w kierunku wdrożenia rozwiązań pozwalających na spełnienie normy EURO VI.

Normy emisji spalin EURO VI są kolejnym krokiem w polityce transportowej Unii Europejskiej, zmierzającym ku osiągnięciu celu postawionego w Białej Księdze – zastosowania nowoczesnych technologii dla zmniejszania kosztów zewnętrznych transportu oraz jak najszybsze zastępowanie starych, nieefektywnych technologii i pojazdów przez odpowiednie instrumenty polityki transportowej [6].

Ramy prawne wprowadzenia normy EURO VI stanowi Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 roku, dotyczące homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężkich o dużej ładowności [7]. W omawianym Rozporządzeniu przyjęto, że wprowadzenie norm EURO VI jest częścią ogólnej strategii Unii Europejskiej z 21 września 2005 r. – Strategia tematyczna dotycząca zanieczyszczenia powietrza – postulującej dalsze ograniczanie emisji szkodliwych substancji z sektora transportu, gospodarstw domowych, energetyki, rolnictwa i przemysłu [7]. Implementowane normy emisji spalin w wyżej wymienionym Rozporządzeniu dotyczą tylko tzw. ciężkich samochodów ciężarowych, o masie odniesienia przekraczającej 2610 kg. Oznaczenie odnosi się bezpośrednio do klasyfikacji pojazdów zamieszczonej w Dyrektywie 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 5 września 2007:

- kategoria M: Pojazdy silnikowe mające co najmniej cztery koła, zaprojektowane i wykonane do przewozu osób,
- kategoria M1: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające nie więcej niż osiem siedzeń oprócz siedzenia kierowcy,
- kategoria M2: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające więcej niż osiem siedzeń oprócz siedzenia kierowcy, których maksymalna masa nie przekracza 5 ton,
- kategoria M3: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające więcej niż osiem siedzeń oprócz siedzenia kierowcy, których maksymalna masa przekracza 5 ton,
- kategoria N: Pojazdy silnikowe mające przynajmniej cztery koła, zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków,
- kategoria N1: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków, których maksymalna masa nie przekracza 3,5 tony,
- kategoria N2: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków, których maksymalna masa przekracza 3,5 tony, ale nie przekracza 12 ton,
- kategoria N3: Pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków, których maksymalna masa przekracza 12 ton.

Po wdrożeniu norm EURO VI w 2012 roku, największe ograniczenia emisji w porównaniu do EURO V będą dotyczyły tlenków azotu (NOX), których maksymalna wartość będzie wynosić od 400 mg/kWh do 2000 mg/kWh, oraz cząstek stałych 10 mg/kWh do 20 mg/kWh dla EURO V. Chcąc spełnić wyżej wymienione restrykcje, producenci pojazdów będą zmuszeni do zastosowania nowoczesnych technologii wzmacniających efektywność wykorzystania paliwa, a także oczyszczających spaliny wydalone przez silniki spalinowe. Obecnie można zauważyć dwie tendencje w rozwoju pojazdów niskoemisyjnych. Pierwsza z nich to udoskonalanie silnika spalinowego, natomiast druga to stosowanie paliw i napędów alternatywnych charakteryzujących się mniejszymi kosztami zewnętrznymi.

## 2. EKONOMICZNE ASPEKTY IMPLEMENTACJI EUROPEJSKIEJ NORMY EMISJI SPALIN EURO VI

Analizując ekonomiczny wpływ na systemy transportowe decyzji o wprowadzeniu Europejskiej Normy Emisji Spalin, można wyraźnie zaobserwować dążenie do kompromisu w aspekcie osiągania zamierzonych celów polityki transportowej. Cele europejskiej polityki transportowej [6] w wielu aspektach oddziałują na siebie, wzajemnie się wykluczając. Z tego powodu, dla wymiernych efektów omawianej polityki, istotny jest kompromis. Bardzo często zawierany jest on na polu ekonomicznym.

Implementacja coraz bardziej restrykcyjnych norm emisji spalin jest w zgodzie z polityką ograniczania kosztów zewnętrznych transportu, ale wiąże się z zastosowaniem nowoczesnych technologii i znacznymi inwestycjami, które z kolei podwyższają koszty zakupu i eksploatacji pojazdów – koszty tych inwestycji wznoszą się wraz z normą graniczną emisji. Wobec tego, że innym celem europejskiej polityki transportowej jest nieograniczanie mobilności, niezmiernie istotne jest ustalenie takich progów emisji, które nie wiązałyby się ze zbyt dużym wzrostem kosztu zakupu i obsługi pojazdów.

Na zlecenie Komisji Europejskiej w 2006 roku wykonano projekt estymacji kosztów wdrożenia Europejskiej Normy Emisji Spalin EURO VI, którego celem było wskazanie różnic w nakładach pomiędzy poszczególnymi wartościami progowymi dopuszczalnych maksymalnych emisji różnego rodzaju zanieczyszczeń. Zakładano wybór najbardziej optymalnego pod względem inwestycyjnym rozwiązania, które jednocześnie pozwoliłoby spełnić założenia europejskiej polityki transportowej.

Ponieważ na czas wykonania projektu wartości graniczne EURO VI nie zostały ustalone, a norma EURO V nie została wdrożona, estymowany koszt to różnica pomiędzy pojazdem spełniającym normę EURO IV a EURO VI. Podane wartości to średnie z otrzymanych odpowiedzi na zapytania wysłane do producentów napędów stosowanych do ciężkich pojazdów ciężarowych i autobusów. Wartości kosztów tych rozwiązań zostały podane w EUR (wartość jednostki prognozowana na 2012 rok).

Według ocen producentów, średni koszt wdrożenia rozwiązań spełniających normę EURO VI wynosi (przyjmując najbardziej zbliżony scenariusz), w zależności od pojemności silnika od 3454 EUR do 5566 EUR. Jednak w omawianym przypadku należy podawać wartości traktować jako przybliżone. Wskazana estymacja może znacznie różnić się od rzeczywistości ponieważ niezmiernie trudno jest estymować koszty komponentów, których produkcji nie rozpoczęto, a jej skala jest obecnie nieznana. Dodatkowym aspektem utrudniającym prognozę wartości kosztów jest fakt, iż prace rozwojowe wciąż trwają, a ich efekty nacechowane są dużą niepewnością [8].

Obecnie na rynku ciężkich pojazdów ciężarowych można zaobserwować rozpoczęcie przygotowania i sprzedaży napędów EURO VI przez wszystkich producentów. Gotowość w tej dziedzinie zadeklarowali tacy producenci, jak: Iveco (silniki Cursor i Trecor – EURO VI) [9], Scania (silniki DC 13 109 440 i DC 13 110 480) [10], Daimler-Chrysler (Mercedes-Benz OM 471 „Blue Efficiency Power”) [11], a także MAN [12].

Tabela 2

Estymowany koszt wprowadzenia poszczególnych norm granicznych emisji spalin,  
według producentów

	wartości graniczne (g/kWh)		pojemność skokowa silnika (dm <sup>3</sup> )	Średni koszt (€)
	PM:	NO <sub>x</sub> :		
scenariusz 1	PM:	0,03	6,00	415
	NO <sub>x</sub> :	2,00	9,00	640
	THC:	0,55	13,00	857
scenariusz 2	PM:	0,015	6,00	1442
	NO <sub>x</sub> :	1,00	9,00	1973
	THC:	0,55	13,00	2598
scenariusz 3	PM:	0,015	6,00	1742
	NO <sub>x</sub> :	0,50	9,00	2373
	THC:	0,55	13,00	2998
scenariusz 4	PM:	0,025	6,00	2907
	NO <sub>x</sub> :	0,40	9,00	3703
	THC:	0,20	13,00	4515
scenariusz 5	PM:	0,01	6,00	3454
	NO <sub>x</sub> :	0,40	9,00	4466
	THC:	0,16	13,00	5566
scenariusz 6	PM:	0,02	6,00	3753
	NO <sub>x</sub> :	0,20	9,00	4815
	THC:	0,55	13,00	5980

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 5 w [6]

Podane wartości średnich kosztów w EUR (estymowana wartość z 2012 roku) to różnice pomiędzy kosztami technologii EURO IV a EURO VI – dla poszczególnych pojemności skokowych silnika.

Biorąc pod uwagę dodatkowe koszty omawianych rozwiązań, można wyrazić przypuszczenie, że podmioty rynkowe, przy braku odpowiednich regulacji, nie będą w dużym stopniu zainteresowane inwestycjami technologii EURO VI, a do czasu wdrożenia nowych zasad homologacji norma ta będzie stosowana dość rzadko.

Chcąc przyspieszyć zamianę pojazdów wyposażonych w przestarzałe, wysokoemisyjne napędy, Unia Europejska wprowadza odpowiednie środki polityki transportowej, które wspomagałyby proces wymiany floty na niskoemisyjną. W dokumencie pt. „Commission staff working document. Guidance on financial incentives for vehicles” opisano ramy działania poszczególnych instrumentów wspomagających, których szczegółowe funkcjonowanie ma być dostosowane do specyfiki systemu transportowego w danym państwie. Możliwe formy tych instrumentów to:

- dotacje bezpośrednie – zwrot dodatkowych nakładów poniesionych na zakup pojazdu niskoemisyjnego;
- kredyty na preferencyjnych warunkach;
- ulgi podatkowe;
- inne formy pomocy finansowej;

- ulgi w opłatach za korzystanie z infrastruktury;
- zastosowanie metod internalizacji kosztów zewnętrznych;
- instrumenty dopłat za stare pojazdy przy zakupie nowych.

Próby osiągnięcia redukcji emisji szkodliwych substancji przez transport, poprzez zastosowanie wyżej wymienionych instrumentów polityki transportowej, wskazują na zawodność wolnego rynku w kwestii przenoszenia pewnych kosztów na środowisko zewnętrzne. Wobec takiej sytuacji należy oczekiwać dalszych ruchów ze strony władz, które będą kontynuować obecną politykę korygując niedoskonałości funkcjonowania transportu. Analizując tendencje zmian w funkcjonowaniu transportu, w przyszłości można oczekiwać działań promujących i wdrażających napędy alternatywne oraz bezemisyjne. Jednak w obecnych warunkach ich funkcjonowanie jest ze strony ekonomicznej wysoce nieefektywne, a polityka transportowa koncentruje swoje działania na poprawie ekologicznej strony eksploatacji silników spalinowych.

## Bibliografia

1. Czech P., Barcik J.: Aspekty prawne indywidualnego „importu” używanych samochodów. Przegląd Komunikacyjny, nr 9, 2007, s. 30-34.
2. Czech P., Barcik J.: The excise duty of imported cars – legal problems. International Scientific Journal “Transport Problems”, Vol. 2 / 1, 2007, s. 45-49.
3. Tomanek R.: Funkcjonowanie transportu. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004.
4. Merksiz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom I. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1998.
5. Sobociński R., Nagórski Z.: Tworzenie cząstek stałych w silnikach o zapłonie samoczynnym. Zeszyty Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej, nr 2, 1994.
6. Komisja Europejska. Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu; załącznik 2; Innowacje z myślą o przyszłości: technologia i zachowanie, Bruksela 2011.
7. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 r. dotyczące homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężarowych o dużej ładowności (EURO VI) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i obsługi technicznej pojazdów, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 i dyrektywę 2007/46/WE oraz uchylające dyrektywy 80/1269/EWG, 2005/55/WE i 2005/78/WE, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej; Bruksela 2009.
8. Gense N.L.J., Riemersma Y., Such C., Ntziachristos L.: EURO VI technologies and costs for Heavy Duty vehicles. The expert panels summary of stakeholders responses. TNO Science and Industry for: European Commission, Directorate – General Environment, 12 September 2006.

9. <http://infobus.pl/text.php?from=search&id=40447>, odsłona z 10.07.2011 r.
10. <http://infobus.pl/text.php?from=search&id=39324>, odsłona z 10.07.2011 r.
11. <http://infobus.pl/text.php?from=search&id=39049>, odsłona z 10.07.2011 r.
12. Materiały wewnętrzne MAN.

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej Ambroziak, prof. nzw. Politechniki Świętokrzyskiej