

PRACA ITS NR 10483

Opracowanie poradnika ustalania czynników energetyczno-emisyjnych w zamówieniach publicznych na zakup pojazdów drogowych

Nazwa Zleceniodawcy: Ministerstwo Infrastruktury

**Adres Zleceniodawcy: ul. Chałubińskiego 4/6
00-926 Warszawa**

Nr zamówienia: umowa z dnia 29.07.2011 zawarta pomiędzy MI a ITS

Nr zlecenia: 7102/COŚ

Data wykonania: 29.11.2011

Liczba stron:

Liczba egzemplarzy:

Nr egzemplarza:

sporządził:

autoryzował:

(imię nazwisko, funkcja, podpis)

(pieczętka imienna, podpis)

Rozdzielnik: egz. nr 1, 2 – Zleceniodawca
 egz. nr 3 - COŚ ITS
 egz. Nr 4 – Archiwum ITS

SPIS TREŚCI

1. <i>Analiza obszarów w procedurze zamówień publicznych na pojazdy drogowe kategorii M i N, w których występują niejednoznaczności lub opcjonalność w zakresie wyboru zużycia energii, emisji CO₂ i emisji zanieczyszczeń jako wymagań lub kryteriów wyboru.....</i>	3
2. <i>Analiza potencjalnych innych trudności dotyczących czynników związanych z aspektem energetyczno-emisyjnym pojazdów drogowych w przeprowadzaniu zamówień publicznych na pojazdy drogowe</i>	11
3. <i>Identyfikacja i zestawienie informacji wyjaśniających i wspomagających wybór czynników energetyczno-emisyjnych odpowiednich dla zamawianych pojazdów drogowych</i>	15

1. Analiza obszarów w procedurze zamówień publicznych na pojazdy drogowe kategorii M i N, w których występują niejednoznaczności lub opcjonalność w zakresie wyboru zużycia energii, emisji CO₂ i emisji zanieczyszczeń jako wymagań lub kryteriów wyboru

Zgodnie z Rozporządzeniem nr 559 Prezesa Rady Ministrów z dnia 10 maja 2011 r. *W sprawie innych niż cena obowiązkowych kryteriów oceny ofert w odniesieniu do niektórych rodzajów zamówień publicznych* w zamówieniach publicznych na zakup pojazdów samochodowych kategorii M i N powinny być uwzględnione inne niż cena obowiązkowe kryteria oceny ofert. Tymi dodatkowymi kryteriami są:

- Zużycie energii;
- Emisja dwutlenku węgla (CO₂);
- Emisje zanieczyszczeń: tlenków azotu, cząstek stałych oraz węglowodorów

Zużycie energii przez pojazd, oraz emisje składników spalin (zanieczyszczeń) są zależne od warunków pracy silnika pojazdu, stąd do określenia ich wartości dla potrzeb zamówienia publicznego należy jednoznacznie określić warunki, w jakich mają być wykonywane pomiary zużycia energii i emisji wybranych składników spalin.

Zgodnie z treścią Rozporządzenia nr 559 na organizatorze przetargu spoczywa obowiązek kwalifikacji zgłoszonych ofert pod względem zużycia energii oraz emisji wybranych składników spalin. Z tego względu musi on w specyfikacji przetargu określić kryteria tej kwalifikacji, a w szczególności metody, według których wyznaczone zostanie zużycie energii i emisje wybranych składników spalin w pojazdach startujących w przetargu.

Zgodnie z § 5. ust. 1-3 omawianego rozporządzenia organizator przetargu przy kwalifikacji ofert powinien przede wszystkim wykorzystywać wartości zużycia energii, emisji dwutlenku węgla oraz emisji wybranych zanieczyszczeń wyznaczone według procedur ustalonych dla celów badań homologacyjnych. Jedynie w przypadku pojazdów nieobjętych tą procedurą organizator przetargu powinien zastosować alternatywne metody pomiaru tych parametrów zapewniające porównywalność ofert. Takie metody pomiarowe powinny być odpowiednio dobrane, aby oceniane parametry swymi wartościami zbytnio nie odbiegały od parametrów otrzymywanych w rzeczywistych warunkach pracy pojazdu.

Z punktu widzenia jednoznaczności i precyzji w definiowaniu kryteriów podlegających ocenie w zamówieniu publicznym, pożądane byłoby aby owe kryteria były formułowane w oparciu o istniejące i obowiązujące normy lub inne regulacje prawne, na podstawie których można wy-

znaczać zużycie paliwa i emisje wybranych składników spalin. Takie postępowanie uprościłoby dokumentację przetargową, bowiem odwoływałoby się do powszechnie stosowanych i uznawanych metod pomiarowych. Nie jest to jednak obowiązkowe i Rozporządzenie nr 559 nie zabrania organizatorowi przetargu wyznaczenia opracowanych przez siebie własnych metod pomiaru zużycia energii i emisji, jeśli takie nie istnieją.

Rozwiązanie polegające na wykorzystaniu wyników badań homologacyjnych jest względnie wygodne dla wszystkich stron postępowania bowiem zaleca ono odwoływanie do istniejących dokumentów w postaci świadectw homologacji lub sprawozdań z badań homologacyjnych. Ze względu na łatwość dostępu do części z wymienionych danych, organizacja przetargu ulega przez to znacznemu uproszczeniu.

Proces badań homologacyjnych emisji zanieczyszczeń samochodów lekkich i ciężkich znacznie się od siebie różni. Dla potrzeb niniejszego opracowania możemy przyjąć podział, że samochody lekkie to takie, w których badania emisji zanieczyszczeń wykonuje się dla całego pojazdu na hamowni podwoziowej, a samochody ciężkie to takie, w których badania emisji zanieczyszczeń wykonuje się jedynie na silniku zainstalowanym na stanowisku hamownianym. Wyróżnikiem podziału tych dwóch grup pojazdów jest ich masa. Granica ta zmieniała się wraz ze zmianami norm emisji EURO. W do niedawna obowiązujących przepisach było to 3500 kg maksymalnej masy całkowitej, obecnie jest to 2510 kg masy własnej pojazdu. Podział ten ma znaczenie w przypadku organizowania przetargu na samochody używane, bowiem wtedy część samochodów nowszych i używanych może różnić się sposobem homologacji.

1.1 Badania homologacyjne

Niniejszy opis dotyczy pojazdów objętych homologacją. Analiza przypadków zwolnienia z homologacji wykracza poza ramy niniejszego opracowania. W pojazdach objętych obowiązkiem homologacji każdy homologowany typ pojazdu podlega badaniom emisji zanieczyszczeń z układu wylotowego pojazdu bądź jego silnika w teście właściwym dla wykonywanych badań. Zgodnie z § 5 rozporządzenia nr 559 organizator przetargu jest zobowiązany wykorzystać wybrane elementy badań homologacyjnych emisji oraz zużycia paliwa jako parametry specyfikacji przetargowej podlegające kwalifikacji lub jako dane wyjściowe do wykonania stosownych obliczeń. Ze względu na zmianę przepisów poniżej opisane zasady dotyczą pojazdów nie starszych niż pięć lat.

Dokumentami, z których można zaczerpnąć wymagane informacje mogą być:

- świadectwa homologacji całopojazdowej, gdzie wyniki badań są podawane w załączniku;

- świadectwa homologacji w zakresie emisji zanieczyszczeń;
- świadectwa homologacji w zakresie emisji CO₂ i zużycia paliwa;
- wyciąg ze świadectwa homologacji;
- świadectwo zgodności produkcji;
- sprawozdanie z badań homologacyjnych w zakresie emisji zanieczyszczeń;
- sprawozdanie z badań homologacyjnych w zakresie emisji CO₂ i zużycia paliwa;

1.1.1 Samochody osobowe

W badaniach homologacyjnych samochodów osobowych emisję zanieczyszczeń wyznacza się na hamowni podwoziowej, a efektem tych badań jest określenie emisji drogowych (wyrażonych w g/km) tlenku i dwutlenku węgla, tlenków azotu, cząstek stałych, węglowodorów oraz zużycia paliwa wyrażonego w dm³/100 km. Badania mogą być wykonywane według różnych przepisów, zależnych między innymi od daty wykonania badania. Mogą to być regulaminy Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ (regulamin 83 do pomiaru emisji zanieczyszczeń i regulamin 101 do pomiaru zużycia paliwa) lub dyrektywy Unii Europejskiej (dyrektywa 70/220 do pomiaru emisji i dyrektywa 80/1268/EEC do pomiaru zużycia paliwa) oraz rozporządzenia Unii Europejskiej (692/2008 i 715/2009).

Analizując możliwość wykorzystania wyników badań homologacyjnych samochodów osobowych pod kątem przydatności do formułowania na ich podstawie gotowych kryteriów do zastosowania w specyfikacji istotnych warunków zamówienia przetargu, możemy powiedzieć, że w świadectwach homologacji samochodów osobowych znajdziemy wszystkie dane niezbędne do określenia zużycia energii oraz emisji dwutlenku węgla (CO₂), tlenków azotu (NO_x), cząstek stałych (PM) oraz węglowodorów (HC). W przypadku pojazdów wyposażonych w silniki o zapłonie samoczynnym w świadectwie homologacji znajdziemy wartość sumy tlenków azotu oraz węglowodorów i oddzielnie wartość emisji tlenków azotu. Odejmując od siebie te dwie wartości można na tej podstawie wyliczyć emisję węglowodorów, jeśli zachodzi taka potrzeba.

Należy zwrócić uwagę, że w świadectwie homologacji dotyczącym emisji zanieczyszczeń z pojazdów lekkich są podane wartości różnych rodzajów emisji zanieczyszczeń wyznaczonych w trakcie badań. Wśród nich znajdują się wartości zmierzone oraz wartości zmierzonej emisji pomnożone przez współczynniki pogorszenia emisji (tzw. deterioration factors). Ponieważ wartości tych skorygowanych emisji są używane do oceny czy pojazd spełnia wymagania dotyczące emisji, czy nie, zgodnie z § 5.3 rozporządzenia nr 559 te właśnie wartości, a nie wartości zmierzone, powinny być przedmiotem kwalifikacji w postępowaniu przetargowym.

Zużycie energii wyznaczymy na podstawie iloczynu zużycia paliwa i wartości energetycznej paliwa wziętej z załącznika 1 do Rozporządzenia nr 559, zaś pozostałe dane można zaczerpnąć wprost ze świadectwa homologacji.

Powyższy tok rozumowania jest właściwy dla pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi. W przypadku pojazdów hybrydowych zużycie energii przez pojazd będzie sumą zużycia energii przez silnik spalinowy oraz zużycia energii elektrycznej przez silnik elektryczny. W części przypadków zużycie energii elektrycznej przez takie pojazdy będzie bliskie zeru, ale np. w pojazdach hybrydowych typu *plug-in*, będących właściwie pojazdami elektrycznymi ze wspomagającym silnikiem spalinowym, udział energii elektrycznej w całkowitym zużyciu energii przez pojazd może być znaczny.

Pamiętać należy, że w świadectwach homologacji sporządzonych na podstawie badań opisanych w wyżej wymienionych normach występują trzy rodzaje zużycia paliwa (oraz trzy rodzaje emisji dwutlenku węgla, na podstawie których określono zużycie paliwa) charakterystyczne dla jazdy w warunkach ruchu miejskiego, zamiejskiego i w trybie mieszanym. Do obowiązków organizatora przetargu należeć powinno określenie, w jakich warunkach (tzn. w jakim trybie jazdy) zmierzone zużycie paliwa (oraz emisja dwutlenku węgla) będzie przedmiotem kwalifikacji po obliczeniu na tej podstawie wartość zużycia energii. Organizator przetargu winien wziąć pod uwagę charakter warunków ruchu drogowego, w jakich będzie uczestniczył zamawiany pojazd. Przykładowo, jeśli kupowane pojazdy przeznaczone będą do użytkowania w zatłoczonych centrach dużych miast, a ich dzienne przebiegi będą niewielkie (rzędu 10 km), to zużycie paliwa określone w badaniach homologacyjnych dla jazdy miejskiej z rozruchem zimnego silnika będzie dla nich właściwe. W innym przykładzie, gdy przedmiotem przetargu byłyby samochody (osobowe lub dostawcze) przeznaczone do transportu między miastami, właściwsza dla tej grupy pojazdów byłaby ocena zużycia paliwa określonego w badaniach homologacyjnych dla jazdy zamiejskiej.

W badaniach homologacyjnych pojazdów lekkich ze względu na emisję zanieczyszczeń nie wyróżnia się sposobu jazdy pojazdu w postaci jazdy miejskiej i zamiejskiej, jak to ma miejsce w pomiarach zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla), a wyniki pomiarów emisji węglowodorów, cząstek stałych i tlenków azotu są podawane bez odniesienia do typu jazdy w postaci jednej wartości charakteryzującej emisję każdego zanieczyszczenia.

W świadectwach homologacji występują co najmniej dwa rodzaje węglowodorów: THC (total hydrocarbons) i NMHC (non methane hydrocarbons). W starszych świadectwach homologacji węglowodory oznaczano skrótem HC (hydrocarbons). Pierwsze są sumą węglowodorów emitowanych przez silnik pojazdu drugie są różnicą pomiędzy emisją THC a emisją metanu zawar-

tego w spalinach. Wartość NMHC jest zawsze mniejsza od wartości THC. Ponieważ metan uważa się za gaz nietoksyczny, węglowodory NMHC utożsamia się z toksyczną częścią węglowodorów zawartych w spalinach. Biorąc pod uwagę toksyczne oddziaływanie węglowodorów, w specyfikacji przetargowej powinno się wymagać podawania wartości NMHC, a w przypadku jej braku w świadectwie homologacji - wartości THC.

Podsumowując informacje dotyczące samochodów osobowych (a także części samochodów dostawczych) możemy stwierdzić, że w dokumentacji homologacyjnej tych pojazdów istnieją dane, aby na ich podstawie stworzyć kryteria analizy ofert w przetargu uwzględniające:

- Zużycie energii przez pojazd;
- Emisję dwutlenku węgla (CO₂);
- Emisję zanieczyszczeń: tlenków azotu (NO_x), cząstek stałych (PM) oraz węglowodorów (NMHC, THC).

Część z tych danych podawana jest w świadectwach homologacji w formie bezpośredniej (emisje drogowe CO₂, THC, NMHC, NO_x i PM), zaś zużycie energii w przypadku pojazdów zasilanych silnikami spalinowymi wymaga każdorazowo wykonania stosownych obliczeń na podstawie zmierzonego zużycia paliwa i danych z załącznika nr 1 do Rozporządzenia nr 559.

1.1.2 Samochody ciężarowe i autobusy

W przypadku pojazdów ciężkich mamy do czynienia z odmiennym systemem badań homologacyjnych pojazdów pod względem emisji zanieczyszczeń niż w przypadku samochodów osobowych i pochodnych małych samochodów ciężarowych. W procesie homologacji dotyczącym pomiarów emisji zamiast badań całego pojazdu na hamowni podwoziowej bada się jedynie jego silnik na stanowisku dynamometrycznym. Wyniki badań emisji podawane są w postaci emisji jednostkowych wyrażanych w g/kWh. W ramach tych badań obligatoryjnie określa się emisję tlenków azotu, tlenku węgla, cząstek stałych (w przypadku silników o zapłonie samoczynnym) oraz węglowodorów.

W tej grupie pojazdów obligatoryjnie obowiązuje dziś norma euro V, w której nie ma obowiązku wyznaczania emisji dwutlenku węgla i jednostkowego zużycia paliwa, czyli danych, na podstawie których można wyznaczyć zużycie energii. Jednocześnie silniki współcześnie produkowanych pojazdów mogą już być homologowane na normę euro VI (rozporządzenie 595/2009/WE), w której oprócz emisji tlenków azotu, tlenku węgla, cząstek stałych (w przypadku silników o zapłonie samoczynnym) oraz węglowodorów określa się emisję dwutlenku węgla oraz zużycie paliwa.

W skład typowych badań homologacyjnych silników na normę euro V wchodzi trzy testy badawcze:

1. ELR (European Load Response);
2. ESC (European Steady State Cycle);
3. ETC (European Transient Cycle).

Pierwszy z nich (ELR) dotyczy zadymienia spalin, zaś dwa pozostałe określają emisje jednostkowe zanieczyszczeń w warunkach trzynastofazowego testu stacjonarnego (ESC) i testu w warunkach dynamicznych (ETC). W normie euro VI testy ESC i ETC zostały zastąpione odpowiednio przez testy WHSC (world harmonized steady cycle) i WHTC (world harmonized transient cycle) różniące się warunkami pracy silnika.

Jeśli organizator przetargu zamierza – do czego jest zobowiązany - w klasyfikacji ofert wykorzystać wartości emisji zmierzone w badaniach homologacyjnych, powinien określić test, którego wyniki stanowiąc będą kryterium do kwalifikacji (tzn. ESC czy ETC dla euro V i WHSC lub WHTC dla euro VI). Autorzy niniejszego opracowania sugerują, aby testem tym był test ETC lub WHTC jako lepiej odzwierciedlające rzeczywiste warunki pracy silnika panujące w ruchu drogowym i proponują aby przyjmować zasadę ekwiwalentności i wzajemnego uznawania wyników tych testów. W takim przypadku w specyfikacji przetargu powinien znaleźć się zapis mówiący o uznawaniu np. wyników badań w teście ETC jak i - w przypadku braku takich wyników - w teście WHTC.

We współczesnych pomiarach silnikowych zużycie paliwa lub energii można wyznaczyć na podstawie bilansu składników spalin zawierających atomy węgla (dwutlenek węgla, tlenek węgla, niespalone węglowodory). Znając wartości emisji jednostkowych tych składników możemy obliczyć jednostkowe zużycie paliwa a następnie jednostkowe zużycie energii, mnożąc jednostkowe zużycie paliwa przez odpowiednią wartość energetyczną wziętą z załącznika nr 1 do Rozporządzenia nr 559. Powyższa zależność obowiązuje w obie strony i na podstawie wartości jednostkowego zużycia paliwa możemy wyznaczyć emisje jednostkowe np. dwutlenku węgla. Pamiętając, że w nowoczesnym silniku spalinowym emisja tlenu węgla i węglowodorów jest co najmniej o dwa rzędy mniejsza niż emisja dwutlenku węgla, możemy z zadowalającą dokładnością wyznaczyć emisję CO₂ przyjmując w tych obliczeniach zerowe wartości emisji tlenu węgla oraz węglowodorów.

Podsumowując powyższe informacje dotyczące samochodów ciężarowych i autobusów możemy stwierdzić, że w dokumentacji homologacyjnej tych pojazdów istnieją dane do tego, aby na ich podstawie stworzyć kryteria analizy ofert w przetargu uwzględniające emisje zanieczyszczeń: tlenków azotu (NO_x), cząstek stałych (PM) oraz węglowodorów (HC). Natomiast wśród danych homologacyjnych tej grupy pojazdów homologowanych zgodnie z normą euro V nie ma danych dotyczących emisji dwutlenku węgla oraz zużycia paliwa przez silnik. Dane te istnieją w

przypadku homologacji silnika na normę euro VI. W porównaniu z samochodami osobowym fakt ten znacznie komplikuje możliwość organizacji przetargu na te pojazdy z wykorzystaniem danych pochodzących jedynie z badań homologacyjnych.

Praktyka pokazuje, że większość laboratoriów badawczych wykonujących badania homologacyjne silników ze względu na emisję zanieczyszczeń mierzy w trakcie pomiarów emisję dwutlenku węgla oraz jednostkowe zużycie paliwa. Jednak w świadectwach homologacji euro V nie ma miejsca na umieszczenie powyższych wartości. Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że takie dane istnieją i są w posiadaniu laboratoriów wykonujących badania homologacyjne, jednak dostęp do nich jest raczej utrudniony i wymaga sporego wysiłku organizacyjnego od oferentów w celu ich pozyskania. Problem ten nie istnieje w przypadku silników homologowanych na normę euro VI, gdzie zużycie paliwa, emisję dwutlenku węgla oraz emisję zanieczyszczeń można znaleźć w świadectwie homologacji.

W przypadku ciężkich samochodów ciężarowych i autobusów organizator przetargu będzie mógł na pewno dysponować wartościami emisji jednostkowych tlenków azotu (NO_x), cząstek stałych (PM) oraz węglowodorów (NMHC, THC) pochodzących ze świadectw homologacyjnych (euro V i Euro VI). W takim przypadku organizator przetargu musi określić metodę pomiaru zużycia energii oraz emisji dwutlenku węgla dla silników pojazdów spełniających normę euro V. Dla silników spełniających normę euro VI i nie dysponujących świadectwami na normę euro V, organizator przetargu powinien wziąć pod uwagę, że wyniki badań emisji zanieczyszczeń są wykonywane w odmiennych testach badawczych.

Z faktu, że w badaniach homologacyjnych zużycie paliwa silników pojazdów ciężkich nie jest określone w $\text{dm}^3/100 \text{ km}$ wypływa wniosek, że dla tej grupy pojazdów nie stosuje się kryteriów oceny ofert w postaci wartości pieniężnej kosztów zużycia energii, emisji dwutlenku węgla i emisji zanieczyszczeń wyliczonej w oparciu o wyniki takich badań.

1.1.3 Lekkie samochody ciężarowe (samochody dostawcze) i małe autobusy

Obowiązujący system homologacji w przypadku samochodów kategorii N_1 wyposażonych w silniki o zapłonie samoczynnym powoduje, że dla tej grupy pojazdów mogą występować homologacje zarówno w sposób opisany dla samochodów osobowych (badania pojazdu na hamowni podwoziowej) lub alternatywnie w sposób opisany dla samochodów ciężarowych i autobusów. W chwili obecnej czynnikiem decydującym o zastosowanym typie homologacji jest masa własna pojazdu. Zgodnie z rozporządzeniem 595/2009/WE pojazdy kategorii M1, M2, N1 i N2 określone w załączniku II do dyrektywy 2007/46/WE o masie własnej przekraczającej 2510 kg i do wszystkich pojazdów silnikowych kategorii M3 i N3 podlegają badaniom homologacyjnym

przewidzianym dla pojazdów ciężkich. Dla pojazdów starszych (euro 4) obowiązywała granica 3500 kg maksymalnej masy całkowitej przy dowolności wyboru sposobu homologacji.

W przypadku organizowania przetargu na tę grupę pojazdów i zastosowanie jako podstawy do kwalifikacji wyników uzyskanych w badaniach homologacyjnych emisji zanieczyszczeń i zużycia paliwa, część z pojazdów biorących udział w przetargu może nie dysponować wynikami pomiarów zużycia paliwa, bowiem po prostu nie były one wymagane w przyjętym sposobie homologacji. Organizator przetargu powinien przewidzieć wystąpienie powyższych trudności w tej grupie pojazdów i specyfikacja przetargu powinna umożliwić oferentom uzupełnienie brakujących danych poprzez zlecenie stosownych badań jednostce upoważnionej do wykonywania badań homologacyjnych. Najprostszym (i najtańszym) rozwiązaniem byłoby tu wykonanie brakujących badań zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla w teście na hamowni podwoziowej. Specyfikacja istotnych warunków zamówienia powinna wówczas zawierać zapis mówiący, że w przypadku pojazdów niehomologowanych na hamowni podwoziowej oferent powinien dostarczyć stosowne wyniki badań zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla.

1.2 Postać kryteriów oceny ofert

Zgodnie z § 4. Rozporządzenia nr 559, kryteria oceny ofert mogą występować w dwóch postaciach:

- a) wielkości fizycznych zużycia energii oraz emisji wybranych składników spalin;
- b) kosztów zużycia energii i emisji zanieczyszczeń w okresie eksploatacji pojazdu.

Warto zauważyć, że do obliczeń kosztów zużycia energii potrzebna jest znajomość wartości zużycia paliwa lub zużycia energii przez pojazd. O ile powyższa wartość jest względnie łatwo dostępna dla samochodów osobowych, o tyle w przypadku samochodów ciężarowych i autobusów z jej uzyskaniem może być pewien problem. W dalszej części niniejszej pracy opisano, że dla samochodów ciężarowych w pewnych przypadkach łatwiej będzie w klasyfikacji ofert posługiwać się wartością jednostkowego zużycia paliwa (wyrażonego w g/kWh) niż eksploatacyjnego zużycia paliwa (w dm³/100 km). Przyjęcie takiego sposobu organizacji przetargu wymusza w następstwie wyłącznie kwalifikację ofert pod względem fizycznej wartości zużycia (jednostkowego) paliwa, emisji jednostkowej dwutlenku węgla i emisji jednostkowych zanieczyszczeń zamiast kwalifikacji kosztów zużycia energii oraz kosztów emisji. Brak wartości eksploatacyjnego zużycia paliwa uniemożliwia w tym przypadku obliczenie kosztów zużycia energii i emisji zanieczyszczeń w okresie użytkowania pojazdu.

Zamieszczone w załączniku nr 1 do rozporządzenia wartości energetyczne gazu ziemnego (biogazu) dotyczą gazu o różnej zawartości metanu. W przypadku gazu wysokometanowego o zawartości metanu rzędu 98% i większej należy używać większej z podanych wartości (38

MJ/Nm³). Wartości mniejsze należy przyjmować przy mniejszej zawartości metanu w gazie, proporcjonalnie do stężenia metanu.

W przypadku gdy kryteriami oceny w przetargu będą koszty zużycia energii oraz koszty emisji, do obowiązków organizatorów przetargu zgodnie z § 7.1 należy określenie przewidywanego przebiegu pojazdu. Ceny paliw w państwach Unii Europejskiej przed opodatkowaniem można znaleźć na stronie http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/bulletin_en.htm.

W obliczeniach można wzorować się na kalkulatorze umieszczonym na stronie: http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/ltc_calculator_01.xls. Niestety powyższy kalkulator został opracowany dla strefy walutowej EURO i dostosowanie go do polskich warunków wymaga sprawdzenia zgodności zapisów z załącznika 1 i 2 rozporządzenia z zapisami w skróście *Calculation Sheet* i dokonania stosownych zmian. W takim przypadku w zgłaszanych ofertach zawarte winny być dane wymagane przez ten kalkulator, za pomocą którego organizator przetargu uzyska wartość kosztów dla poszczególnych ofert.

2. Analiza potencjalnych innych trudności dotyczących czynników związanych z aspektem energetyczno-emisyjnym pojazdów drogowych w przeprowadzaniu zamówień publicznych na pojazdy drogowe

Rozporządzenie nr 559 Prezesa Rady Ministrów nakazuje wykorzystywać wielkość zużywanego energii, emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń uzyskane jedynie w wyniku wykonanych pomiarów lub obliczeń na podstawie zmierzonych wartości. Pomiar emisji zanieczyszczeń gazowych takich jak tlenki azotu, dwutlenek węgla, węglowodory czy masa i liczba cząstek stałych jest pomiarem trudnym, wymagającym użycia skomplikowanego i kosztownego wyposażenia pomiarowego obsługiwanego przez wyspecjalizowany personel badawczy. Sam pomiar powinien być wykonywany w warunkach laboratoryjnych, przez co praktycznie nie jest on doraźnie możliwy do wykonania dla potrzeb każdego przetargu.

2.1 Emisje NO_x, HC i PM

Organizacja odpowiedzialna za przygotowanie przetargu w specyfikacji istotnych warunków zamówienia jako kryterium oceny składanych ofert powinna przyjąć ocenę wyników badań emisji uzyskanych w procesie badań homologacyjnych. W przypadku samochodów osobowych oraz samochodów dostawczych homologowanych w ten sam sposób jak samochody osobowe,

ocenie kryterialnej powinny podlegać wyniki badań emisji drogowej (wyrażonej w g/km) NO_x, HC i PM, wyznaczone w badaniach homologacyjnych.

W obecnych świadectwach homologacji oprócz masy cząstek stałych może pojawiać się ich liczba. Należy rozróżniać te dwie wielkości. Z treści rozporządzenia nr 559 można wywnioskować, że do oceny emisji powinna być wykorzystywana przede wszystkim zmierzona wartość masy cząstek stałych odniesiona do przejechanej drogi przez pojazd lub wykonanej pracy przez silnik.

W przypadku samochodów ciężarowych i autobusów oraz samochodów dostawczych homologowanych w ten sam sposób jak pojazdy ciężkie, ocenie kryterialnej powinny podlegać wyniki badań emisji jednostkowej (wyrażonej w g/kWh) NO_x, HC i PM, wyznaczone w badaniach homologacyjnych silnika pojazdu. Do obowiązków organizatora przetargu należy określenie, który z testów emisji wykonany w ramach badań homologacyjnych (ESC, ETC, WHSC, WHTC)) będzie przedmiotem analizy w postępowaniu przetargowym.

2.2 Zużycie paliwa

Zużycie paliwa jest wielkością wyjściową służącą do wyznaczenia zużycia energii przez pojazd zasilany silnikiem spalinowym, a w pewnych przypadkach może być wykorzystane do wyznaczenia emisji dwutlenku węgla. Eksploatacyjne zużycie paliwa jest czynnikiem wykorzystywanym w obliczeniach kosztów zużycia energii, kosztów emisji dwutlenku węgla oraz kosztów emisji zanieczyszczeń w okresie eksploatacji pojazdu.

2.2.1 Samochody lekkie

W przypadku samochodów osobowych oraz samochodów dostawczych homologowanych w ten sam sposób jak samochody osobowe, ocenie kryterialnej powinny podlegać wyniki pomiarów zużycia paliwa (wyrażonego w dm³/100 km) wyznaczone w badaniach homologacyjnych. Do obowiązków organizatora przetargu należy określenie, które ze zużyć paliwa określone w badaniach homologacyjnych (jazda miejska, zamiejska czy mieszana) będzie podstawą do analizy.

2.2.2 Samochody ciężkie

W przypadku samochodów ciężarowych i autobusów oraz samochodów dostawczych homologowanych w ten sam sposób jak samochody ciężkie procedura homologacji pojazdów tego typu nie przewiduje pomiarów zużycia paliwa. W związku z tym do obowiązków organizatora przetargu należy określenie warunków, w jakich powinno być zmierzone zużycie paliwa przez pojazdy startujące w przetargu. Jeśli organizator przetargu założy, że oferenci oprócz wartości

emisji jednostkowych CO, NO_x, HC i PM wyznaczonych w badaniach homologacyjnych w wybranym teście (np. w teście ETC lub WHTC) będą dysponować wartością emisji jednostkowej CO₂ w tym teście, wówczas wartość jednostkowego zużycia paliwa oraz jednostkowego zużycia energii potrzebną do kwalifikacji ofert można wyznaczyć metodą obliczeniową.

Producenci silników często podają wartość jednostkowego zużycia paliwa dla prędkości znamionowej silnika. Na podstawie tej wartości można wyznaczyć w warunkach znamionowych pracy silnika jego zużycie energii oraz jednostkową emisję CO₂ zaniehbując (pomijając jako śladową) obecności CO i CH w spalinach. Ponieważ oferenci mogliby mieć pewne trudności ze znalezieniem wzorów właściwych do zastosowania w powyższych obliczeniach, do obowiązków organizatora przetargu powinno należeć opublikowanie tych wzorów. Przykładowy sposób opracowania tych wzorów został podany w rozdziale 3. niniejszej pracy.

Innym sposobem określenia metody pomiaru zużycia paliwa może być propozycja metody jak najwierniej odzwierciedlającej przyszłe warunki pracy pojazdu u organizatora przetargu. Np. w przypadku zakupu autobusów miejskich może to być eksploatacyjne zużycie paliwa określone dla autobusu kursującego po wybranej linii komunikacyjnej, dla pojazdu typu śmieciarka może to być eksploatacyjne zużycie paliwa odniesione do czasu pracy w rzeczywistych warunkach eksploatacji tego pojazdu.

Z gotowych do zastosowania metod pomiaru zużycia paliwa można wymienić testy typu SORT opracowane przez International Association of Public Transport (UITP), popularne wśród użytkowników autobusów. Obecnie istnieją trzy wersje tego testu: SORT 1, SORT 2 i SORT 3. Różnią się one między innymi średnią prędkością pojazdu w teście, przez co otrzymujemy w ich wyniku różne wartości zużycia paliwa.

Należy podkreślić, że zagadnienia pomiaru zużycia energii przez pojazd oraz pomiar emisji zanieczyszczeń są zagadnieniami trudnymi, wymagającymi od obu stron przetargu wyspecjalizowanej wiedzy. Brak tej wiedzy może być przyczyną pomyłek u oferentów w sposobie obliczania parametrów będących przedmiotem kwalifikacji w zamówieniu publicznym. Dlatego zaleca się, aby specyfikacja przetargowa wymagała dostarczenia wszystkich niezbędnych danych, które służą do wyznaczenia wartości zużycia energii i emisji, tak aby organizator przetargu mógł skontrolować prawidłowość i zgodność z wymaganiami wykonanych obliczeń u wszystkich oferentów. W szczególności chodzi tutaj o sprawdzenie prawidłowości wykonania pomiarów zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń zgodnie ze specyfikacją przetargu. Oferta składana na przetarg powinna zawierać stosowne kopie świadectw homologacji bądź wyciągi ze świadectw homologacji, kopie wymaganych sprawozdań z badań zużycia paliwa itp. Organizator przetargu powinien wymagać, aby dane ze świadectw homologacyjnych pochodziły wprost od producenta po-

jazdu lub jego upoważnionego przedstawiciela. Jako reguła powinna obowiązywać zasada, że odrzuca się w postępowaniu przetargowym dane pochodzące z materiałów reklamowych, stron internetowych, publikacji prasowych itp., nawet gdy te są oznaczone logiem producenta pojazdu. Należy honorować wyłącznie kopie oficjalnych dokumentów.

Analizując ceny paliw oraz koszty jednostkowe emisji (załącznik nr 2 do rozporządzenia) można zauważyć, że koszty zużycia energii w okresie eksploatacji pojazdu są w przypadku obecnie produkowanych nowych pojazdów wielokrotnie większe od kosztów emisji dwutlenku węgla i o dwa rzędy większe od kosztów emisji tlenków azotu, węglowodorów i cząstek stałych razem wziętych. Wyrażone z jednej strony w wartości pieniężnej koszty zużycia energii zestawione z kosztami emisji zanieczyszczeń po przeciwnej stronie deprecjonują swą wielkością aspekt ekologiczny przetargu i sprawiają wrażenie, że jest on nieistotny w porównaniu z kosztami eksploatacji pojazdu. Z tych powodów należy ze szczególną starannością opracowywać systemy kwalifikacji kosztów zużycia energii, emisji dwutlenku węgla i emisji zanieczyszczeń, które uwzględniałyby wspomniane różnice w poziomie kosztów tych trzech elementów.

Za w pełni uzasadnioną wydaje się kwalifikacja sumy kosztów emisji tlenków azotu, węglowodorów oraz cząstek stałych. Wzajemne relacje kosztów jednostkowych emisji zanieczyszczeń (załącznik nr 2 do rozporządzenia) odzwierciedlają szkodliwość każdego z zanieczyszczeń, przez co suma kosztów ich emisji jest dobrym wskaźnikiem ich łącznej toksyczności.

3. Identyfikacja i zestawienie informacji wyjaśniających i wspomagających wybór czynników energetyczno-emisyjnych odpowiednich dla zamawianych pojazdów drogowych

W niniejszym rozdziale opisano wytyczne do opracowywania specyfikacji istotnych warunków zamówienia przetargów w ramach zamówień publicznych na pojazdy kategorii M i N. Rozporządzenie nr 559 Prezesa Rady Ministrów z dnia 10 maja 2011 r. nakazuje jako dodatkowe kryteria oceny uwzględniać następujące kategorie:

- Zużycie energii przez pojazd;
- Emisję dwutlenku węgla (CO₂);
- Emisje zanieczyszczeń: tlenków azotu, cząstek stałych oraz węglowodorów.

Zgodnie z cytowanym rozporządzeniem organizator przetargu może dokonać kwalifikacji zgłoszonych ofert na kilka sposobów. Poniżej podano kilka przykładów opisu dodatkowych wymagań zawartych w specyfikacji istotnych warunków zamówienia wynikających z treści analizowanego rozporządzenia. Podane przykłady dotyczą jedynie sposobu uwzględnienia wymagań analizowanego rozporządzenia w specyfikacji przetargowej, nie dotyczą natomiast zasad przeprowadzenia samego przetargu a także strategii tej kwalifikacji. Opracowanie systemu punktacji dla potrzeb kwalifikacji ofert zgłaszanych w ramach przetargu wykracza poza treść niniejszego opracowania.

PRZYKŁAD 1

Zgodnie z § 2 rozporządzenia, przepisów rozporządzenia nr 559 nie stosuje się jeżeli w specyfikacji istotnych warunków zamówienia określone zostaną wymagania techniczne dotyczące wartości zużycia paliwa, emisji dwutlenku węgla oraz emisji NO_x, HC i PM.. Korzystając z przepisów zawartych w § 2. organizator przetargu musi sformułować wymagania wyczerpujące znamiona tego paragrafu. Np. stosowny ustęp w specyfikacji istotnych warunków zamówienia na samochód osobowy może wyglądać w następujący sposób:

Wymaga się, aby samochód będący przedmiotem zamówienia charakteryzował się następującymi parametrami:

- *Zużycie energii przez pojazd wyznaczone w jeździe mieszanej w teście według regulaminu 83 EKG ONZ lub dyrektywy 70/220/EWG wynosiło nie więcej niż 250 MJ/100 km;*

- *Emisja dwutlenku węgla zmierzona zgodnie z regulaminem 101 EKG ONZ nie była większa niż 160 g/km;*
- *Pojazd spełniał normę euro 5 pod względem emisji tlenków azotu, cząstek stałych oraz węglowodorów.*

PRZYKŁAD 2

Podobny przypadek, z odwołaniem się do zapisu § 2 Rozporządzenia, dotyczący autobusu, może zawierać następujące informacje.

Wymaga się, aby samochód będący przedmiotem zamówienia charakteryzował się następującymi parametrami:

- *Jednostkowe zużycie energii w warunkach znamionowych pracy silnika obliczone jako iloczyn jednostkowego zużycia paliwa i wartości opałowej paliwa równej 43 MJ/kg (dla oleju napędowego) nie było większe niż 12 MJ/kWh;*
- *Emisja jednostkowa dwutlenku węgla z silnika pracującego w warunkach znamionowych nie powinna być większa niż 900 g/kWh;*
- *Silnik pojazdu powinien spełniać normę euro V pod względem emisji tlenków azotu, tlenku węgla, węglowodorów oraz cząstek stałych.*

W Przykładzie 2 emisja jednostkowa dwutlenku węgla powinna być obliczona jako iloczyn jednostkowego zużycia paliwa i współczynnika wyznaczonego w sposób opisany poniżej w ramce. Ze względu na sposób określenia w tym przykładzie zużycia energii oraz emisji dwutlenku węgla, kwalifikacji w przetargu podlegać mogą tylko fizyczne wartości zużycia energii, emisji dwutlenku węgla oraz emisje zanieczyszczeń (lub suma emisji zanieczyszczeń). W przykładzie tym nie może być wykonana analiza kosztów zużycia energii, emisji dwutlenku węgla oraz emisji zanieczyszczeń. § 5 rozporządzenia określa w jaki sposób powinny być wyznaczane wielkości zużycia energii, emisji dwutlenku węgla oraz emisje zanieczyszczeń, natomiast w § 7-9 napisano jak powinno wyglądać obliczenie wartości pieniężnej kosztu zużycia energii (§ 7), dwutlenku węgla (§ 8) i emisji zanieczyszczeń (§ 9).

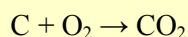
Przedstawione powyżej przykłady dotyczą pojazdów nowych, stąd znalazły się w nich wymagania dotyczące norm euro 5 i euro V. W przypadku dopuszczenia do przetargu pojazdów używanych powyższe wymagania powinny uwzględniać np. starszą normę emisji.

Przykłady 1 i 2 dotyczyły przypadku, gdy organizator przetargu podaje wymagania kryterialne dla zużycia energii i emisji zanieczyszczeń, to znaczy, takie, które pojazd musi spełniać, lecz które nie są przedmiotem kwalifikacji (punktacji) w przetargu. Przy tak sformułowanej specyfikacji zużycie energii oraz emisje zanieczyszczeń nie podlegają punktacji rzutuującej na osta-

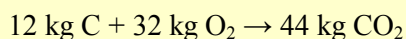
teczną kwalifikację ofert, a są jedynie formalnymi wymaganiami, które pojazd powinien spełniać.

Wzory do wyznaczania emisji dwutlenku węgla na podstawie zużycia paliwa

W paliwie węglowodorowym jakim jest benzyna, olej napędowy czy gaz ziemny, wodór zawarty w paliwie utlenia się w procesie spalania do pary wodnej zaś węgiel do dwutlenku węgla. Reakcję chemiczną utleniania atomów węgla zawartych w paliwie można zapisać w następujący sposób:



W ujęciu masowym reakcja ta przebiega w następujący sposób:



Powyższy zapis oznacza, że z każdego kilograma węgla zawartego w paliwie powstaje $44/12 = 3,66$ kg dwutlenku węgla. Ponieważ różne rodzaje paliwa charakteryzują się różną zawartością (udziałem masowym) węgla, każdy rodzaj paliwa będzie charakteryzował się odmienną zdolnością do tworzenia dwutlenku węgla w procesie spalania.

Zakładając, że olej napędowy składa się w 15% z wodoru i w 85% z węgla, otrzymamy, że przy spalaniu zupełnym i całkowitym 1 kg oleju napędowego powstaje 3,11 kg dwutlenku węgla. W przypadku gazu ziemnego, rozważanego jako czysty metan, udział wodoru w tym paliwie wynosi 25%, zaś udział węgla 75%, co oznacza, że po spaleniu 1kg gazu ziemnego powstaje 2,74 kg dwutlenku węgla. W podany powyżej sposób można wyznaczyć masową emisję CO₂ na podstawie masowego zużycia paliwa. Jeśli zamiast wartości masowego zużycia paliwa dysponowalibyśmy jedynie wartością objętościowego zużycia paliwa, powyższe wskaźniki należałoby pomnożyć przez gęstość paliwa aby otrzymać masę CO₂ powstałą ze spalania 1 dm³ paliwa. I tak zakładając gęstość oleju napędowego $\rho_{\text{ON}}=0,836 \text{ g/cm}^3$ otrzymamy, że ze spalania 1 litra oleju napędowego o tej gęstości powstanie 2,60 kg CO₂, zaś ze spalania 1 m³ gazu ziemnego (metanu) o gęstości $\rho_{\text{CH}_4}=0,71 \text{ kg/m}^3$ powstanie 1,94 kg CO₂.

Powyższe wzory zostały wyprowadzone przy założeniu spalania zupełnego i całkowitego, co w praktyce silnikowej oznacza brak obecności w spalinach tlenu węgla i niespalonych węglowodorów. Ze względu na małe stężenia obu tych składników spalin, ich wpływ na dokładność obliczeń można pominąć.

W przypadku gdy organizator przetargu pragnie dokonać kwalifikacji i oceny punktowej parametrów technicznych pojazdów wymienionych w § 3. Rozporządzenia nr 559 (parametry fizyczne lub koszt zużycia energii i koszty emisji zanieczyszczeń), specyfikacja istotnych warunków zamówienia powinna zawierać opis kwalifikowanego parametru wraz z przywołaniem metody pomiarowej oraz zasady kwalifikacji.

Dla przetargu dotyczącego autobusów komunikacji miejskiej stosowny zapis w specyfikacji istotnych warunków zamówienia może wyglądać w następujący sposób:

PRZYKŁAD 3

Od oferenta wymaga się podania następujących danych dotyczących autobusu:

- *Zużycia energii w testach SORT 1, SORT 2 i SORT 3 opracowanych przez International Association of Public Transport (UITP), określonego w sposób podany w § 7.2. Rozporządzenia nr 559 Prezesa Rady Ministrów z dnia 10 maja 2011 r.;*
- *Emisji drogowej dwutlenku węgla wyrażonej w g/km w teście SORT 2 określonej jako iloczyn zużycia paliwa wyrażonego w kg/100 km oraz liczby 31,1 dla silnika zasilanego olejem napędowym lub liczby 27,4 w przypadku silnika zasilanego gazem ziemnym;*
- *Sumy emisji jednostkowych, wyrażonych w g/kWh, tlenków azotu, cząstek stałych oraz węglowodorów pochodzących ze świadectwa homologacji silnika oferowanego pojazdu dla testu ETC (European Transient Cycle) lub testu WHTC (World Harmonized Transient Cycle) wykonanego zgodnie z regulaminem 49 EKG ONZ lub równoważnych mu przepisów europejskich.*

W powyższym przykładzie organizator przetargu przy zakupie autobusów zdecydował się na kwalifikację zużycia energii przez pojazd wyznaczonej na podstawie pomiarów zużycia paliwa w trzech testach typu SORT. Podstawą do kwalifikacji zużycia energii w przetargu może być w tym przypadku średnie ważone zużycie energii w poszczególnych testach. W przykładzie tym dopuszczono wyznaczenie emisji dwutlenku węgla na podstawie zużycia paliwa w teście SORT 2, przyjętym jako podstawa do oceny parametru emisji CO₂. Jako kolejny parametr do kwalifikacji ofert przyjęto sumę emisji jednostkowych zanieczyszczeń zaczerpniętych ze świadectwa homologacji silnika. W całym przetargu kwalifikacji wymaganej przez Rozporządzenie nr 559 podlegały parametry, których wartości wyrażono w jednostkach fizycznych

Kryterium oceny ofert mogą stanowić zarówno fizyczne wartości zużycia energii, emisji dwutlenku węgla i emisji zanieczyszczeń albo wartość pieniężna odzwierciedlająca koszty zużycia energii oraz koszty emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń w czasie zakładanej eksploatacji pojazdu. Zapis w § 4. Rozporządzenia wyklucza stosowanie jednocześnie obu tych metod.