

Aleksander UBYSZ

WERYFIKACJA DANYCH ZUŻYCIA PALIWA PRZEZ POJAZD ZA POMOCĄ OBLICZENIOWEJ METODY „ g_e ”

Streszczenie. W opracowaniu podjęto próbę weryfikacji danych dotyczących zużycia paliwa przez samochody osobowe na podstawie analitycznych związków pomiędzy tymże zużyciem paliwa a prawdopodobnym jednostkowym zużyciem paliwa przez silnik g_e przy jeździe pojazdu ze stałą prędkością.

VERIFICATION OF VEHICLE'S CONSUMPTION DATA BY „ g_e ” METHOD

Summary. There has been an attempt to verify in this paper the car fuel consumption data taking into account analytic connections between milage fuel consumption and probable specific fuel consumption g_e by engine at constant speed.

1. WSTĘP

W praktyce informacyjnej o samochodach osobowych jesteśmy często dezinformowani przez producentów samochodów w zakresie jakże dla użytkowników tych pojazdów ważnego - zużycia paliwa. Oczywiście w interesie producentów najlepiej jest zaniżyć wartości tych danych, gdyż podnosi to wartość samochodu jako pojazdu ekonomicznego, bijącego „na głowę” pojazdy konkurencji. Dzieje się tak najczęściej w sposób legalny, gdy producent opracuje normy własne, zgodnie z którymi pomiar zużycia paliwa przeprowadzany jest w bardziej „przyjaznych” warunkach, nie uwzględniających np. odcinków jazdy na przyspieszenie pojazdu. Szanujący się producent w ulotce informacyjnej, chcąc uniknąć zarzutu o fałszowanie danych, podaje oznaczenie normy, które jednak najczęściej niewiele nam wyjaśnia, gdyż nie dysponujemy procedurą pomiarową, według której otrzymano tak optymistyczne wyniki [1].

Mniej szanujący się producenci często nie podają jednej z wielu krajowych bądź fabrycznych norm [2], choć na pierwszy rzut oka widoczne jest wyjątkowo jak na danego producenta samochodu (silnika) niskie zużycie paliwa. Wstępnej weryfikacji danych można dokonać przez obliczenie jednostkowego zużycia paliwa przez pojazd g_v , uwzględnivszy w ocenie najważniejsze wskaźniki i parametry pojazdu i silnika (dynamikę zespołu napędowego, prawdopodobną sprawność silnika, opory aerodynamiczne), mające na nie największy wpływ [3, 4, 8]. Bardziej jednak precyzyjnie zgodność wyliczenia podanych danych zużycia paliwa według procedury obowiązującej normy ECE można określić za pomocą jednostkowego zużycia paliwa g_e , obliczonego na podstawie danych katalogowych, towarzyszących wątpliwym danym paliwowym [5]. Do tego celu należy wykorzystać te z danych paliwowych, które dotyczą zużycia paliwa przy jeździe ze stałą prędkością i na ich podstawie obliczyć przy pewnych założeniach teoretycznych jednostkowe zużycie paliwa przez silnik g_e [2].

Omawianej kontroli danych dotyczącej zużycia paliwa można poddać obecnie tylko samochody osobowe, gdyż tylko w tym przypadku dysponujemy kompletem danych publikowanych w obszernych katalogach. Ponieważ wszystkie zauważone przez autora zaniżone wyniki zużycia dotyczą samochodów osobowych z silnikami ZI, w opracowaniu zaprezentowano procedurę kontrolną dla tej grupy pojazdów, natomiast z silnikami ZS tylko informacyjnie [8].

2. PODSTAWY TEORETYCZNE

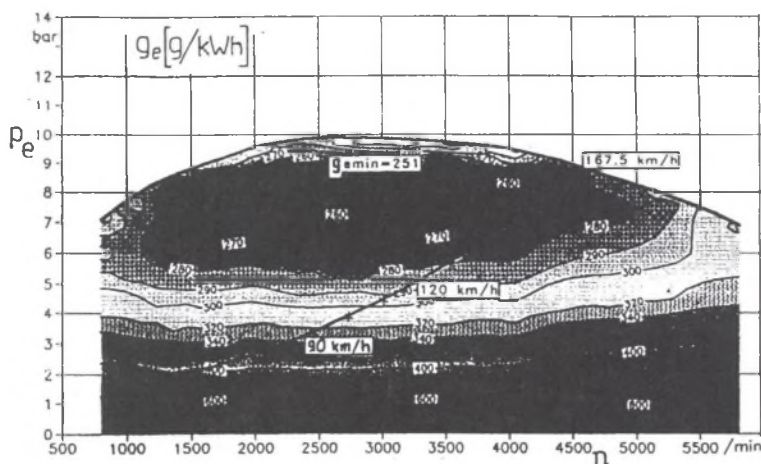
Stała prędkość stanowi jedyny przypadek ruchu samochodu, dla którego z niewielkim błędem rzędu 5-10% można obliczyć zużycie paliwa przy założeniu obciążonych niezbyt dużym błędem współczynników wchodzących do równania podstawowego [5]. W przypadku obliczania jako wielkości kontrolnej jednostkowego zużycia paliwa silnika g_e pracującego pod stałym obciążeniem przy napędzaniu samochodu jadącego ze stałą prędkością równanie do obliczania zużycia paliwa ulega przekształceniu i przyjmuje postać słuszną dla ruchu pojazdu ze stałą prędkością po poziomej drodze:

$$g_e = \frac{G_p \cdot 36000 \gamma \eta_m}{(mgf + 0,047 A c_x V^2)} \quad [g / kWh] \quad (1)$$

gdzie: G_p - drogowe zużycie paliwa przez samochód jadący ze stałą prędkością,

- m.- masa badawcza pojazdu,
- g - przyspieszenie ziemskie,
- f - współczynnik oporów toczenia,
- A - powierzchnia czołowa pojazdu,
- V - prędkość pojazdu,
- γ - gęstość paliwa,
- η - sprawność mechaniczna układu napędowego.

Zgodnie z danymi katalogowymi lub fabrycznymi zużycie paliwa przez samochód może być podane jako jedna, średnia wartość ważona z trzech wartości (tzw. Euromix) lub jako trzy niezależne wartości tej średniej, na podstawie których można średnie zużycie policzyć. Dotychczas najczęściej zużycie paliwa podawane jest dla tzw. cyklu miejskiego (ECE) oraz dla stałych prędkości 90 i 120 km/h. I właśnie wartości zużycia paliwa przy stałej prędkości jazdy stanowią podstawę do weryfikacyjnych obliczeń jednostkowego zużycia paliwa silnika g_e przy pracy w ustalonych warunkach, co doskonale ilustruje rys.1 dla samochodu VW Golf CL 1,6 [7].



Rys.1. Charakterystyka ogólna silnika ZI VW 1,6 z charakterystyką obciążeniową samochodu Golf CL1,6

Fig.1. Consumption map SI engine for the VW Golf

W danych zużycia paliwa coraz częściej spotyka się dane według normy 93/116/CE, nie przewidującej czysto teoretycznych cykli stałych prędkości [6]. Podawane według tej normy trzy wartości zużycia paliwa reprezentują zużycie w cyklu miejskim, pozamiejskim i tzw. cyklu kombinowanym. Cykl jazdy poza miastem zawiera zmianę przyspieszeń podczas całego cyklu przeprowadzania próby, symulując normalną eksploatację samochodu poza miastem, ze

zmianą prędkości od 0 do 120 km/h. Z kolei cykl kombinowany jest średnią ważoną wartością z dwu poprzednich (37% cyklu miejskiego i 63% pozamiejskiego).

Tak więc w konkluzji można stwierdzić, że do obliczeń weryfikacyjnych zużycia paliwa przez samochód osobowy można wykorzystywać dane dotyczące cyklu stałych prędkości jazdy, gdyż w przeciwnym wypadku może nastąpić weryfikacja „pesymistyczna”, czyli wyniki podawane przez producenta mogą się wydawać zawyżone.

3. WERYFIKACJA DANYCH ZUŻYCIA PALIWA SAMOCHODÓW OSOBOWYCH

Ze względu na znaczne zróżnicowanie zużycia paliwa samochodów osobowych weryfikację danych powinno się prowadzić oddzielnie dla pojazdów z silnikami ZI oraz ZS. Jednak z uwagi na brak rażącej rozbieżności wyników z danymi o eksploatacyjnym zużyciu paliwa dla samochodów z silnikami ZS oraz na ograniczenia wydawnicze analizę przeprowadzono tylko dla pojazdów z silnikami ZI.

Do w miarę rzetelnie przeprowadzonej weryfikacji niezbędne są dane wartości wielu wspólnych w obu grupach samochodów współczynników zróżnicowanych w poszczególnych klasach pojazdów (tabela 1). Poza tym należy uwzględnić mającą duży wpływ na zużycie paliwa dynamikę samochodu wyrażaną czasem rozpędzenia się samochodu do 100 km/h - t_{100} . Ze wzrostem dynamiki zespołu napędowego pojazdu rośnie zużycie paliwa, gdyż widoczna na rys. 1 charakterystyka trakcyjna samochodu przebiega przez wyższe g_e (poniżej).

Tabela 1

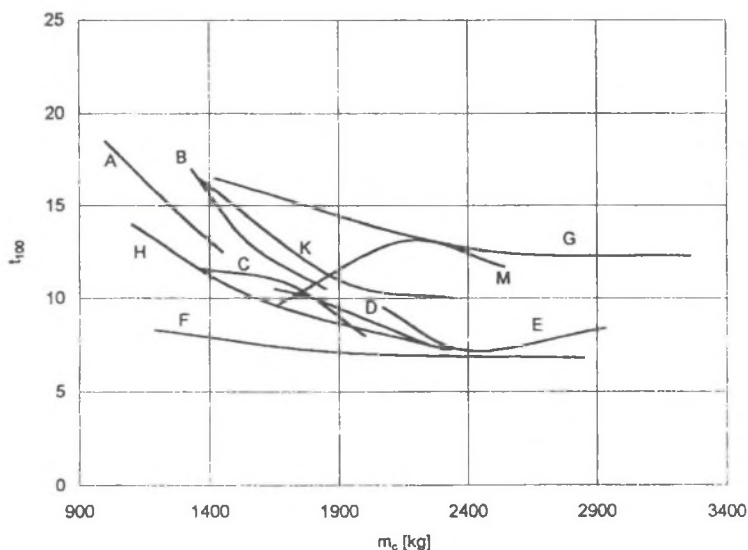
Założone do obliczeń wartości współczynników nie podanych w danych katalogowych

Klasa Współcz	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M.
h [-]	0,83	0,83	0,85	0,86	0,86	0,78	0,85	0,80	0,80	0,85
c_x [-]	0,34	0,33	0,31	0,30	0,32	0,27	0,43	0,33	0,33	0,34
η_m [-]	0,92	0,92	0,91	0,92	0,92	0,91	0,90	0,91	0,91	0,91

f - współczynnik oporów toczenia przyjęto 0,012;

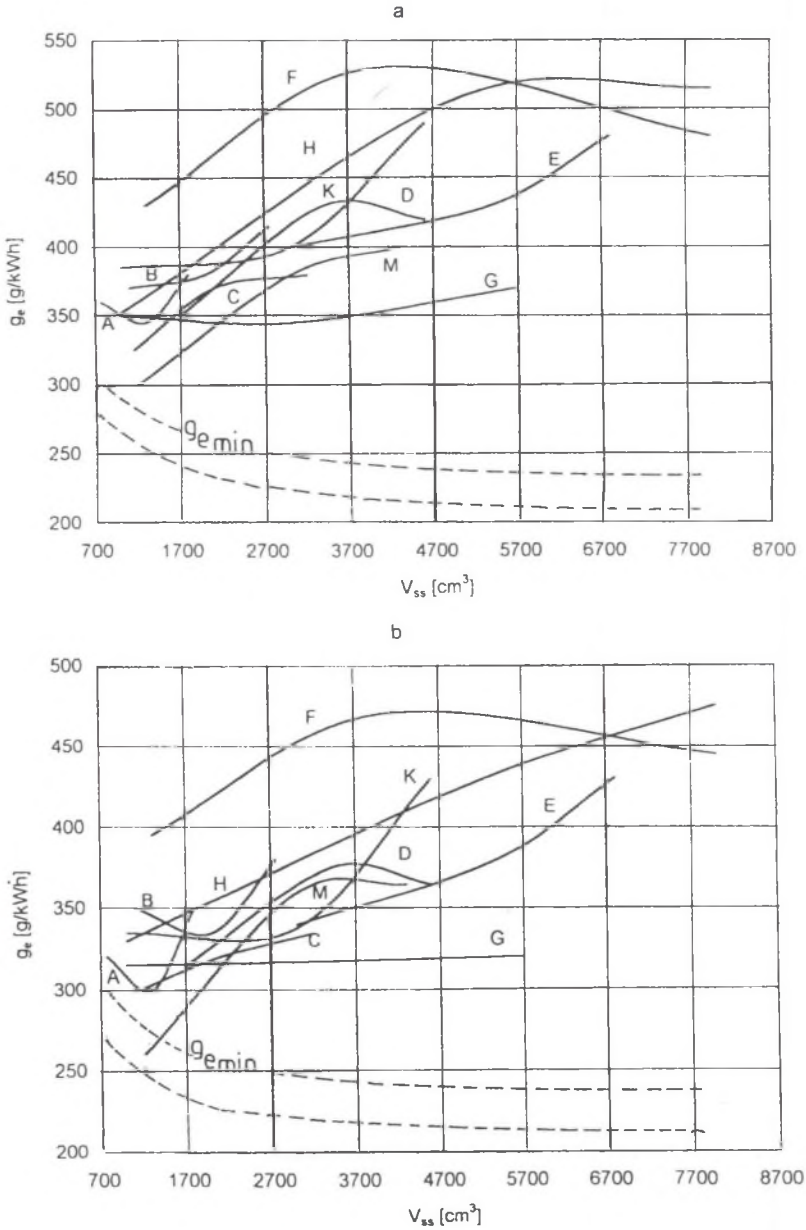
Poza dynamiką duży wpływ na zużycie paliwa ma także sprawność ogólna (efektywna) silnika, odwrotnie proporcjonalna do g_{emin} , co szczególnie jest widoczne dla samochodów z silnikami ZS. I właśnie znając w przybliżeniu wartość dla danego silnika minimalnego jednostkowego zużycia paliwa, dynamikę napędu i wyliczając ze wzoru (1) wartość eksploatacyjnego g_e możemy ocenić, na ile sprawdzana wartość zużycia paliwa przy stałej prędkości jest prawdopodobna. Dla zilustrowania tej metody najlepiej podać przykłady.

Dla poszczególnych klas samochodów z silnikami ZI i ZS opracowano charakterystyki średnich przebiegów t_{100} [3, 9] oraz średniego, eksploatacyjnego jednostkowego zużycia paliwa silników g_e przy jeździe ze stałą prędkością 90 i 120 km/h [5, 8]. Przedstawiona na rys.2 średnia dynamika poszczególnych klas samochodów osobowych z silnikami ZI pozwala poddać ocenie każdy samochód pod kątem jego możliwości przyspieszania. Z kolei charakterystyki na rys.3 pozwalają ocenić, jak średnio dla obu prędkości jazdy odległa jest w każdej klasie obliczeniowa wartość g_e od wartości minimalnej. Z uwagi na zróżnicowanie konstrukcji silników pod względem sprawności ogólnej w każdej klasie pojemności skokowej wartość minimalna g_e podana jest w postaci prawdopodobnego przedziału określonego w sposób empiryczny. Ze względu na brak danych nie uwzględniono $g_{e\min}$ silników ZI spalających mieszanki ubogie.



Rys.2. Charakterystyka dynamiki napędu poszczególnych klas samochodów osobowych z silnikami ZI za pomocą średniego czasu rozpędzania pojazdu od 0 do 100 km/h - t_{100}

Fig.2. Characteristics of average dynamics drive in a particular class of automotive vehicles with SI engines expressed by time of acceleration up to 100km/h



Rys.3. Średnie jednostkowe zużycie paliwa silników ZI poszczególnych klas samochodów osobowych przy stałej prędkości jazdy 90 (a) i 120 (b) km/h

Fig.3. Average unitary fuel consumption in a particular class of automotive vehicles with SI engines

W tabeli 2 w celu przeprowadzenia analizy najczęściej zanizonych wyników zużycia paliwa podano wybrane przykłady obliczeń samochodów klas konwencjonalnych (A-E). VW

Golf CL1,6 z silnikiem z 1993 r. został podany jako przykład zbieżności naszych i niemieckich obliczeń (rys.1), a którego wyniki plasują go w rzędzie samochodów ekonomicznych (poniżej średniej t_{100} oraz $g_{e90,120}$).

Tabela 2

Zróżnicowane przykłady obliczeń weryfikujących eksploatacyjne zużycie paliwa pojazdu poprzez ocenę jednostkowego zużycia paliwa przez silnik $g_{e90,120}$

Marka pojazdu (klasa wielkości)	Średnie g_e w danej klasie	$g_e(90)/g_e(120)$ [g/kWh]	$G_p(90)/G_p(120)$ [dm ³ /100km]	t_{100} [s]	m_c [kg]
Opel Corsa City 1.2 i (A)	349/304	285/267	4,4 / 6,2	20,0	1350
VW Golf 1.6 (B)	369/332	353/327	5,8 / 7,8	14,0	1525
Hyundai Accent 1.3 GLS (B)	369/332	295/279	4,5 / 6,2	16,9	1440
Toyota Carina 1.8 (C)	370/334	303/273	4,9 / 6,5	11,2	1600
BMW 730 i 3,0 (E)	417/365	328/286	6,7 / 8,3	8,3	2260
Renault Megane Scenic 1.6i (M)	299/284	251/219	6,1 / 7,9	13,7	1595

Znane 6 lat wcześniej były prace Opla nad ekologicznym, nie wysilonym silnikiem 1,2 dm³ do Opla Corsy. Wyjątkowo mała dynamika tego samochodu i nowoczesność rozwiązań konstrukcyjnych silnika pozwalają przypuszczać, że otrzymane wyniki jednostkowego zużycia paliwa są w granicach błędu obliczeń realne do zużycia paliwa dla obu prędkości. Klasa A samochodów pomimo znacznego zróżnicowania stopnia nowoczesności silników ma, dzięki małej dynamice napędu, jedne z najniższych średnich wartości g_e dla obu prędkości jazdy.

Również uzasadnione są małe wartości g_e dla silnika Toyoty Cariny z silnikami 1,6 i 1,8 dm³ pojemności skokowej. Przy wysokiej dynamice zapewniają małe zużycie paliwa dzięki bardzo ekonomicznym silnikom na mieszanki ubogie. Natomiast tak małe jednostkowe zużycie paliwa silników samochodu Hyundai Accent 1,3 GLS i i jeszcze niższe Renault Megane Scenic 1,6i (klasa M.) nie znajduje uzasadnienia mimo, jak w przypadku Accenta, niskiej dynamiki napędu. Nie mniejsze rozbieżności obserwujemy porównując wyniki obliczeń z wartościami średnimi dla samochodu BMW 730i z silnikiem 3,0 dm³. Rozbieżność wyników dla obu prędkości przekracza 20%, co podważa zgodność podanego przez producenta zużycia paliwa z normą ECE.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonej analizy wybranych wyników obliczeń co do założonej metodyki weryfikacji danych paliwowych można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Z uwagi na złożoność obliczeń oraz konieczność posiadania podstawowych danych osiągalnych tylko w przypadku samochodów osobowych praktyczniejsza, ale za to mniej dokładna, wydaje się ocena danych paliwowych za pomocą jednostkowego zużycia paliwa przez pojazd - g_v .
2. Do oceny danych paliwowych za pomocą jednostkowego zużycia paliwa przez silnik g_e poza szeregiem danych potrzebne są obecnie dokładne dane na temat sprawności silnika, aby zbyt pochopnie nie podważyć danych paliwowych; jest to uwarunkowane coraz częstszym stosowaniem silników z niekonwencjonalnym, ekonomicznym procesem spalania zarówno w grupie silników ZI, jak ZS.
3. Poza sprawnością jednostki napędowej duży wpływ na zużycie paliwa ma znacznie w samochodach osobowych z silnikami ZI zróżnicowana dynamika zespołu napędowego wyrażona czasem rozpędzania samochodu do 100 km/h.

LITERATURA

1. Katalogi i ulotki informacyjne.
2. Siłka W.: Energochłonność ruchu samochodu. WNT, Warszawa 1997.
3. Ubysz A.: Wpływ dynamiki pojazdów samochodowych na ich sprawność energetyczną. Zeszyty Naukowe serii Transport, z.29, Gliwice 1997.
4. Ubysz A.: Ocena ekonomiczności samochodów osobowych na podstawie wskaźników zużycia paliwa. Archiwum Motoryzacji nr 1, ss.75-86.
5. Ubysz A.: Charakterystyka silników współczesnych samochodów osobowych pod względem jednostkowego zużycia paliwa. Zeszyty Naukowe Pol.Śl. serii Transport (w druku).
6. Katalog fabryczny samochodu Alfa Romeo 156. Turyn 1997.
7. Groer H-G., Schmidt W.: Neuer motor für den Golf. MTZ 54, nr 7/8 1993r.
8. Ubysz A.: Charakterystyka silników współczesnych samochodów osobowych pod względem jednostkowego zużycia paliwa g_e i sprawności ogólnej. Archiwum Motoryzacyjne (przesłane do redakcji).

9. Ubysz A.: Characteristics of tractional total efficiency of car engines. Materiały XV-th International Symposium on Combustion Processes, Zakopane 8-12.09. 1997.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stanisław Jarnuszkiewicz

Wpłynęło do Redakcji 20.04.1998 r.

Abstract

There has been an attempt to verify in this paper the car fuel consumption data taking into account analytic connections between mileage fuel consumption and probable specific fuel consumption g_e by engine at constant speed.

Applying verification method of mileage fuel consumption at constant speed of 90 : 120 km/h seems to be quite justified since many car producers underrate these values for various reasons and present them according to their own norms.