ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1996
Seria: TRANSPORT z. 28 Nr kol. 1310

**Aleksander UBYSZ**

# OCENA EKONOMICZNOŚCI WSPÓŁCZESNYCH SAMOCHODÓW OSOBOWYCH NA PODSTAWIE WSKAŹNIKÓW ZUŻYCIA PALIWA

**Streszczenie.** W opracowaniu przedstawiono charakterystykę poszczególnych klas samochodów osobowych pod względem wskaźników zużycia paliwa w dwu grupach silników napędzających (ZI i ZS).

# THE ESTIMATION OF MODERN CAR FUEL ECONOMY ON THE BASIS OF FUEL CONSUMPTION COEFFICIENTS

**Summary.** In the paper the performance of all cars and some lorries was shown considering average fuel consuption and syntetic index of car economy.

## 1. Wstęp

Jednym z ważniejszych parametrów oceny ekonomiczności samochodów osobowych jest podawane często w danych eksploatacyjnych średnie zużycie paliwa na 100 km - $G_p$. Jest to średnie arytmetyczne zużycie paliwa z trzech wartości - zużycie paliwa przy 90, 120 km/h i w cyklu miejskim - zwane też często jako Euromix. Jego wartość bezwzględna - zmieniająca się w szerokich granicach, od 5 do 16 $dm^3$/100km - zawiera informację bez większego znaczenia, jeżeli nie odniesie się jej do masy całkowitej lub klasy samochodu, lub pojemności skokowej silnika. Z kolei odniesienie średniego zużycia paliwa do masy całkowitej samochodu osobowego daje dodatkowo bardzo cenny wskaźnik, za pomocą którego w precyzyjny sposób można ocenić każdy samochód osobowy w swojej klasie pod kątem jego sprawności wykorzystania paliwa do przemieszczenia jednostki masy na odległość 100 km drogi. Uwzględnienie w tym wskaźniku masy całkowitej ma na celu osłabienie wpływu na jednostkowe zużycie paliwa przez pojazd cyklu miejskiego, który w zasadzie można nazwać cyklem manewrowym. Dzięki temu wskaźnik ten będzie można porównać z mniejszym prawdopodobieństwem błędu do analogicznego wskaźnika innych środków transportu [1].

Rozpatrzenie wskaźnika średniego zużycia paliwa na jednostkę masy całkowitej pojazdu w funkcji tejże masy całkowitej lub pojemności skokowej silnika, najczęściej proporcjonalnej do masy całkowitej, daje interesujące wyniki [4]. W poniższym opracowaniu autor zaprezentował wyniki oceny samochodów osobowych w poszczególnych klasach za pomocą tych parametrów i wskaźników tylko w funkcji masy całkowitej pojazdu. Masowe a nie osobowe określenie energochłonności samochodów osobowych pozwala na ich porównanie z różnego rodzaju środkami transportu towarowego [4].

Na zakończenie należy podkreślić, że przy współczesnych metodach zmniejszania toksyczności spalin silników samochodowych istnieje - związany ze sprawnością ogólną silnika i najczęściej wykorzystywanym zakresem jego pracy na charakterystyce ogólnej - silny, bliżej nie określony związek pomiędzy zużyciem paliwa a toksycznością spalin na wyjściu z kolektora wylotowego silnika [5].

## 2. Definicja i oznaczenie parametrów i wskaźników

W sposób zadowalający zużycie paliwa przez samochód osobowy generalnie, a jeszcze lepiej w swojej klasie, można ocenić za pomocą $G_p$ - średniego zużycia paliwa na 100 km (Euromix) - w funkcji masy całkowitej samochodu. Z kolei odniesienie tego zużycia do masy całkowitej pojazdu pozwala otrzymać wskaźnik syntetycznego zużycia paliwa przez samochód, wyrażony wzorem [1]:

$$Q_{mL} = \frac{G_p}{m_c} \quad \left[\frac{dm^3}{Mg \cdot 100km}\right],$$

gdzie: $G_p$ - średnie zużycie paliwa przez samochód [$dm^3$/100km],
$m_c$ - masa całkowita pojazdu [Mg].

Oznaczenie tego wskaźnika przez Q - litery kojarzącej się z ciepłem - nie można uznać za właściwe, zwłaszcza że widoczne jest duże podobieństwo tego wskaźnika samochodowego ze wskaźnikiem charakteryzującym silniki samochodowe: jednostkowym zużyciem paliwa $g_e$ [g/kWh]. Obydwa wskaźniki w sposób pośredni określają sprawność silnika bądź pojazdu. Jeżeli przyjąć, że indeks "e" oznacza silnik (engine), to dla pojazdu odpowiednim indeksem będzie "v" (vehicle). A więc powyższy wzór przyjmie postać:

$$g_v = \frac{G_p}{m_c} \quad \left[\frac{dm^3}{Mg \cdot 100km}\right]$$

i wyraża ilość konkretnego paliwa niezbędną do przemieszczenia 1 megagrama pojazdu na odległość 100 km. Przez analogię do wskaźnika silnikowego wskaźnik ten - dotyczący całego pojazdu - trafniej nazywać **jednostkowym zużyciem paliwa przez pojazd.**

W literaturze spotyka się często porównanie zużycia paliwa przez samochody zasilane różnego rodzaju paliwem, np. olejem napędowym i benzyną [3]. Z punktu widzenia teorii jest to mało dokładne porównanie, a już zupełnie niedopuszczalne w przypadku zastosowania paliw alternatywnych o większej rozbieżności gęstości i wartości opałowej. Aby więc tego rodzaju porównania samochodów były jednoznaczne, wskazane jest wyrażać sprawność przewozową samochodu nie ilością zużytego paliwa, lecz ilością zużytej energii zawartej w paliwie. Można to wyrazić za pomocą wzoru:

$$E_{mL} = \frac{G_p \cdot W_p \cdot \rho_p}{m_c} \quad \left[\frac{MJ}{Mg \cdot 100km}\right],$$

gdzie: $W_p$ - wartość opałowa paliwa [MJ/kg],

$\rho_p$ - gęstość paliwa [kg/dm$^3$]

i przedstawić w funkcji masy całkowitej samochodu. Podwójny indeks przy symbolu energii oznacza jej zapotrzebowanie na jednostkę masy i drogi przebytej przez pojazd. W przypadku tego uniwersalnego wskaźnika oceny efektywności wykorzystania ciepła zawartego w paliwie przez pojazd (można go zastosować dla każdego środka transportu) korzystne wydaje się określenie **syntetyczny wskaźnik efektywności wykorzystania ciepła zawartego w paliwie przez pojazd** zwany dalej krótko **SWEP**.

## 3. Metodyka przyjmowania, otrzymywania i analizy danych

Do obliczeń i analizy danych zastosowano opracowany w Instytucie Transportu Pol. Śl. program komputerowego banku danych silników samochodowych. Z powodu braku danych dotyczących zużycia paliwa przez samochody użytkowe (z wyjątkiem mikrobusów) analizę danych ograniczono do samochodów osobowych. Analizę przeprowadzono na podstawie ogólnie dostępnych danych zawartych w katalogach samochodowych [2].

Opracowany program jako silnikowy przyjmuje dane dotyczące silnika i pojazdu na podstawie danych identyfikacyjnych silnika, do których należą: moc nominalna silnika i prędkość obrotowa, przy której występuje oraz moment maksymalny i prędkość obrotowa mu odpowiadająca. Tak więc ten sam silnik stosowany w różnych samochodach przyjmowany jest do banku danych tylko raz z danymi pojazdu wprowadzanymi do banku po raz pierwszy. Wprowadzane dane w pierwszym podejściu rozdzielono na dane silników ZI i ZS, bez uwzględnienia klasy samochodu. Na około 900 samochodów z katalogu z '92 r. program przyjął dane 430 samochodów z silnikami ZI i 90 samochodów z silnikami ZS.

W pracy [6] autor przedstawił analizę wyników zużycia paliwa przez samochody wyposażone w obydwa rodzaje silników, bez rozdziału na klasy.

W kolejnym opracowaniu wykorzystano dane z aktualnego katalogu '95r. (około 1580 samochodów) z ich rozdziałem na klasy [4]. Dzięki temu ilość przyjętych przez program danych wzrosła do 1190, co znacznie poprawiło wiarygodność poszczególnych uśrednionych wyników. Poza tym okazało się, że pomimo stosowania w poszczególnych klasach samochodów tych samych silników istnieją często pomiędzy nimi z punktu widzenia ww. parametrów i wskaźników znaczne różnice.

W artykule do analizy przyjęto zbiorcze wykresy przedstawiające dla poszczególnych klas samochodów osobowych zależności średnich wartości Gp i $g_v$ od masy całkowitej samochodu. W aproksymacji danych przyjęto najkorzystniejszą z możliwych aproksymację prostoliniową, a wszelkie odstępstwa od niej pewnych zbiorów punktów korygowano załamaniem linii lub jej uskokiem. Na danym, założonym odcinku jego średni przebieg wyznaczał na podstawie danych odpowiedni standardowy program komputerowy. Jak potwierdzają obliczenia, najwyższy współczynnik korelacji dla poszczególnych parametrów i wskaźników otrzymano przy aproksymacji prostoliniowej, a jego wartość waha się dla poszczególnych przypadków w szerokich granicach 0,04-0,86. Czytelnika zainteresowanego szczegółowymi wynikami stanowiącymi podstawę do otrzymania zaprezentowanych poniżej wycinkowych wykresów zbiorczych (końcowych) odsyłam do monografii [4].

## 4. Wyniki obliczeń oraz analiza danych

Z uwagi na znaczne zróżnicowanie charakterystyk eksploatacyjnych samochodów z silnikami ZI i ZS wyniki i ich analizę przeprowadzono w poszczególnych klasach samochodów oddzielnie dla obu grup silników. W artykule przedstawiono tylko dane dotyczące zużycia paliwa $G_p$ (Euromix) i $g_v$ oraz SWEP w funkcji masy całkowitej samochodu. W celu pełniejszego zobrazowania wielkości wskaźników paliwowych dla poszczególnych klas samochodów przedstawiono wartości średnich przebiegów **wskaźnika maksymalnego momentu obrotowego na jednostkę masy samochodu $M_m$.**

### 4.1. Charakterystyka samochodów z silnikami ZI

Średnie zużycie paliwa dla współczesnych samochodów jest nawet w tej samej klasie pojazdu dość zróżnicowane, co jest dobrze widoczne na przykładzie 215 samochodów osobowych klasy B z silnikiem ZI. Widoczny na rys. 1 rozrzut Gp przy tej samej masie samochodu osiąga średnią wartość 3-4 $dm^3$ paliwa, co stanowi ok. 60-80% wartości bezwzględnego zużycia. Współczynnik korelacji prostej aproksymującej Gp wynosi 0,34,

natomiast dla gv tej samej klasy samochodów - 0,03 i jest najwyższy ze wszystkich linii aproksymacyjnych objętych standardowym programem komputerowym GRAPHER. W tab. 1 przedstawiono rozrzut poszczególnych parametrów i wskaźników dla wszystkich klas samochodów.

Tabela 1

Charakterystyka klas samochodów osobowych wskaźnikami zużycia paliwa

| Klasa samoch. | Ilość samoch. w zbiorze | $G_n$=f(m) [$dm^3$/100km] | $g_v$=f(m) [$dm^3$/Mg100km] | Ilość samoch. w zbiorze | $G_n$=f(m) [$dm^3$/100km] | $g_v$=f(m) [$dm^3$/Mg100km] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
| Rodzaj silnika | ZI | | | ZS | | |
| A | 173 | 4.5÷8.0 (12) | 4.1÷7.0 | 15 | 5.6÷6.4 | 4.0÷3.6 |
| B | 215 | 5.0÷9.0 (±2) | 5.2(±1.0) | 31 | 5.6÷6.4 | 4.0÷3.6 |
| C | 187 | 6.7÷9.5(±1.5) | 5.4÷4.5(±1.0) | 22 | 5.8÷6.3 (±1.0) | 4.0÷3.4 (±0.5) |
| D | 171 | 7.0÷11.0 | 5.0÷5.2(±0.8) | 40 | 6.4÷7.6 (±1.0) | 3.8÷3.6 (±0.5) |
| E | 55 | 7.6÷15(±2.0) | 4.7÷5.7(±0.5) | 1 | 9,7 | 3,75 |
| F | 113 | 6.8÷15 $(^{+4.5}_{-3.0})$ | 6.9÷6.2(±2.0) | --- | --- | --- |
| G | 68 | 8.8÷17 (±2.5) | 7.0÷5.6(±2.8) | 49 | 10.2÷11.5(±2) | 6.2÷3.6 (±2.3) |
| H | 108 | 5,7-10,8 | 6,4-5,5(±1,2) | 1 | b.d. | b.d. |
| K | 168 | 5.2÷11.0 | 5.3÷4.7(±1.0) | 41 | 5.1÷7.5(±1.0) | 4.1÷3.5 $(^{+0.5}_{-0.7})$ |
| M | 61 | 7.4÷12(±0.5) | 5.9÷4.4(±0.5) | 22 | 7.5÷11(±1.5) | 3.8$(^{+0.6}_{-1.0})$ |

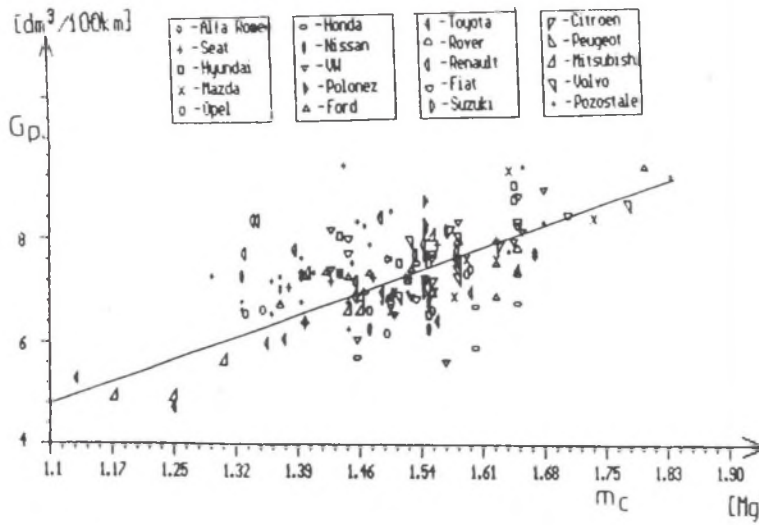
b.d.- brak danych

Na rys. 2 przedstawiono dla poszczególnych klas samochodów z silnikami ZI uśrednione średnie zużycie paliwa Gp (2a) i średnie jednostkowe zużycie paliwa $g_V$ (2b) w odpowiednich zakresach masy całkowitej pojazdu.

Na rys. 2a widoczny jest zróżnicowany, liniowy wzrost średniego zużycia paliwa w funkcji przyrostu masy samochodu. Przy stałej masie całkowitej samochodu, np. 1,6 Mg, widoczne jest najmniejsze zużycie paliwa przez samochody klasy D i E, najwyższe natomiast - i to o 35-45% - samochodów sportowych i terenowych.

To zróżnicowanie stanie się zrozumiałe, jeśli przeanalizujemy czynniki wpływające na wielkość tego zużycia paliwa. Tak więc poza zauważalnym tu wyraźnie wpływem masy całkowitej samochodu do najważniejszych czynników należą:

- rodzaj silnika (ZI lub ZS) i jego sprawność wyrażona jednostkowym zużyciem paliwa $g_e$ w zakresie najczęściej wykorzystywanych zakresów pracy charakterystyki ogólnej (na co ma także wpływ dobór przełożeń układu przeniesienia napędu),

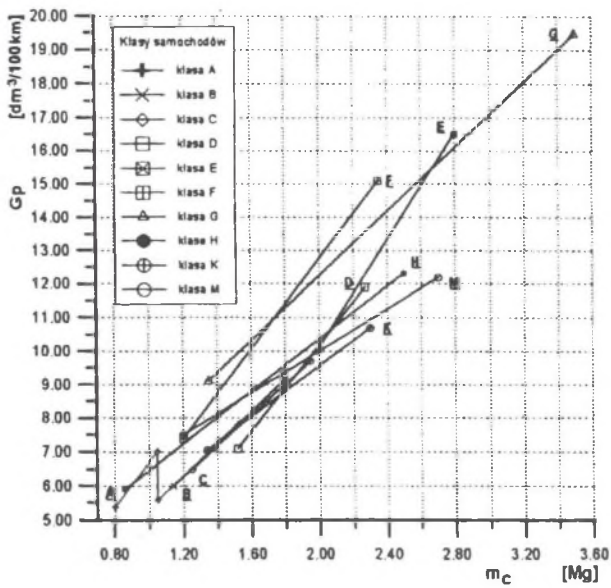



Rys. 1. Przykład znacznego rozrzutu średniego zużycia paliwa przez samochody klasy B z silnikami ZI w funkcji masy całkowitej (Y=4,76X+0,51, r=0,36, n=215)
Fig. 1. An example of significant scatter of average fuel consuption vs gross weight for class B cars equipped with SI engines

- wskaźnik mocy (momentu) silnika na jednostkę masy pojazdu - tzw. dynamika samochodu, którą można podnieść przede wszystkim za pomocą osiągów silnika, ale częściowo także przez odpowiedni dobór przełożeń układu przeniesienia napędu,
- opory jazdy, z których jedne z ważniejszych dla samochodów osobowych to opory aerodynamiczne (iloczyn powierzchni czołowej F pojazdu i wskaźnika oporów aerodynamicznych $c_x$),
- technika jazdy uwarunkowana w dużym stopniu dynamiką samochodu,
- zakres stosowanej masy całkowitej samochodu, poniżej $m_c$ = 1,05 Mg widoczne jest znaczne zwiększenie jednostkowego zużycia paliwa przez pojazdy, co potwierdzają badania motocykli.

Wymienioną na drugim miejscu dynamikę samochodu prawdopodobnie lepiej od wskaźnika momentu na jednostkę masy całkowitej charakteryzuje czas rozpędzania samochodu od 0 do 100 km/h, co zostanie wyjaśnione w kolejnych analizach.

Wpływ dynamiki i oporów areodynamicznych charakteryzują najlepiej charakterystyki średniego zużycia paliwa samochodów tak przeciwstawnych jak sportowe F i terenowe G. Jak wynika z rys.3, ich dynamika pod względem wskaźnika Mm jest krańcowo różna, a mimo to średnie zużycie paliwa przez nie jest w każdym przedziale masy znacznie wyższe i porównywalne. Świadczy to o porównywalnym wzroście zużycia paliwa w samochodach w wyniku wzrostu ich dynamiki napędu (klasa sportowa), jak i w wyniku pogarszania aerodynamiki nadwozia i charakterystyk przełożeń układu przeniesienia napędu (klasa terenowa).




Rys.2. Zbiorcze wykresy przebiegu uśrednionej wartości średniego zużycia paliwa $G_p$ przez poszczególne klasy samochodów osobowych z silnikami ZI w funkcji masy całkowitej

Fig. 2. Average fuel consumption of passenger cars equipped with SI engines in relation of total vehicle weith

Wpływ techniki jazdy w naszych rozważaniach jest w zasadzie pomijalny, gdyż dane katalogowe opierają się na znormalizowanym przez ECE pomiarze zużycia paliwa, pozwalającemu otrzymać wartości powtarzalne i porównywalne, będące średnią trzech znanych ogólnie i wcześniej wymienionych wartości.

Na podstawie tych najważniejszych przyczyn zróżnicowania zużycia paliwa przez poszczególne klasy samochodów można wyjaśnić zauważalne na rys.2a prawidłowości: w

klasach samochodów od A do E, których przeznaczenie jest w zasadzie podobne, przy podobnych oporach aerodynamicznych (kształty nadwozia zbliżone), rozrzut uśrednionego zużycia paliwa jest nieznaczny - szczególnie powyżej 1,4 Mg - i maleje ze wzrostem klasy w wyniku stosowania bardziej "oszczędnych", ale i droższych silników. Natomiast samochody sportowe i terenowe - często z tymi samymi silnikami stosowanymi w klasie A-E- mają znacznie wyższe zużycie paliwa: samochody sportowe z uwagi na większą dynamikę, natomiast samochody terenowe w mniejszym być może stopniu na dynamikę napędu - a w większym - na opory aerodynamiczne.

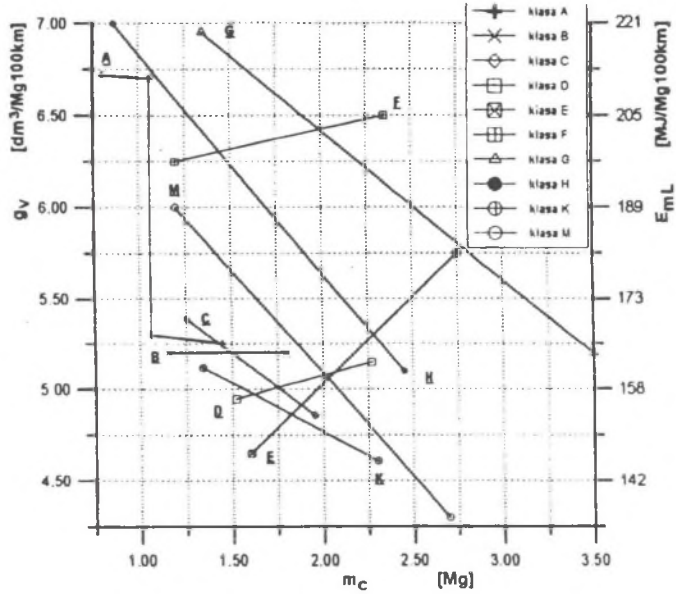
Wpływ oporów aerodynamicznych na zużycie paliwa przez samochód widoczny jest w przypadku klasy M (minibusy) i H (kabriolety).

Na rys. 2b pokazano, jak przedstawia się w poszczególnych klasach samochodów jednostkowe zużycie paliwa samochodu i SWEP (sprawność ogólna samochodu). Przedstawione wyniki potwierdzają jeszcze wyraźniej wcześniejsze stwierdzenia, a dodatkowo można zauważyć, że:

- poniżej masy całkowitej 1,05 Mg gwałtownie spada sprawność samochodów klasy A z silnikami ZI i $g_V$ (SWEP) osiąga wartość 6,7 $dm^3$/Mg100km,
- prawie we wszystkich klasach samochodów - z wyjątkiem klas D i E - wskaźnik $g_V$ ze wzrostem masy całkowitej samochodu mniej lub bardziej maleje (w klasie B=const), co świadczy o wzroście sprawności samochodu,
- w przypadku samochodów klasy średniej wyższej (D) i szczególnie luksusowej (E) sprawność samochodów spada kosztem poprawy ich dynamiki (przede wszystkim większe wskaźniki mocy i momentu na jednostkę masy), czego nie stwierdzono w przypadku samochodów klasy sportowej,
- sprawność (SWEP) samochodów sportowych i terenowych w odpowiednich przedziałach masy całkowitej jest porównywalna, z tym że sprawność samochodów terenowych ze wzrostem $m_c$ gwałtownie rośnie, dochodząc przy najcięższych samochodach do wartości wskaźnika odpowiadającego klasie B.

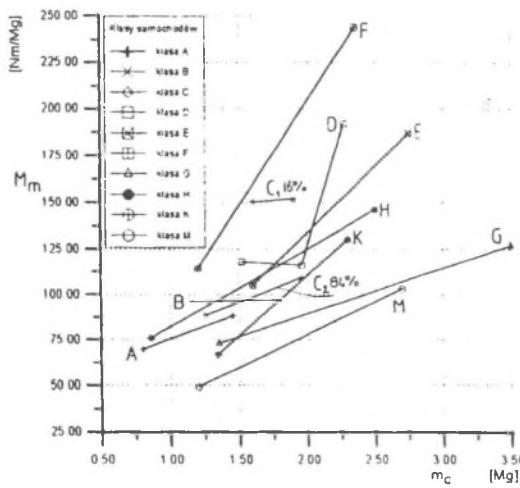
Dla samochodów z silnikami ZI nie ma tak dużych rozbieżności, gdyż najbardziej strome, prawie identyczne nachylenie mają charakterystyki samochodów grupy B, D, E i F (0,65 $dm^3$/100km/0,1Mg), a niewiele mniej strome i także równoległe są charakterystyki klas A, I i G (0,48 $dm^3$/100km/0,1Mg). Najmniejszy wpływ przyrostu masy całkowitej na zużycie paliwa jest w klasie minibusów i minivanów M (0,31 $dm^3$/100km/0,1Mg).

Na zakończenie należy podkreślić, że przedstawione w tym opracowaniu wykresy są bardzo przydatne do oceny każdego nowo wyprodukowanego i starego modelu samochodu, pod warunkiem że mamy dane dotyczące jego średniego zużycia paliwa (średnia arytmetyczna zużycia przy 90km/h,120km/h i w cyklu miejskim) i masy całkowitej.




Rys. 3. Jednostkowe zużycie paliwa i energii przez poszczególne klasy samochodów osobowych z silnikami ZI w funkcji masy całkowitej pojazdów

Fig. 3. Syntetical vehicle economy index of passenger cars equipped with SI engines in relation of total vehicle weigt

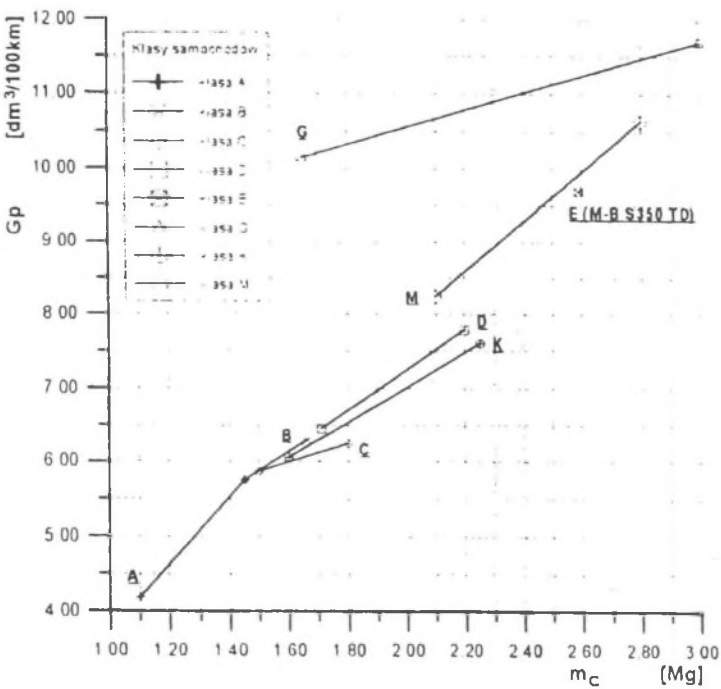



Rys.4. Średnie przebiegi wskaźnika momentu obrotowego na jednostkę masy całkowitej poszczególnych klas samochodów osobowych z silnikami ZI

Fig. 4. Average diagrams of torque indicator per gross weight unit for different SI engine motor car classes

### 4.2. Charakterystyka samochodów z silnikami ZS

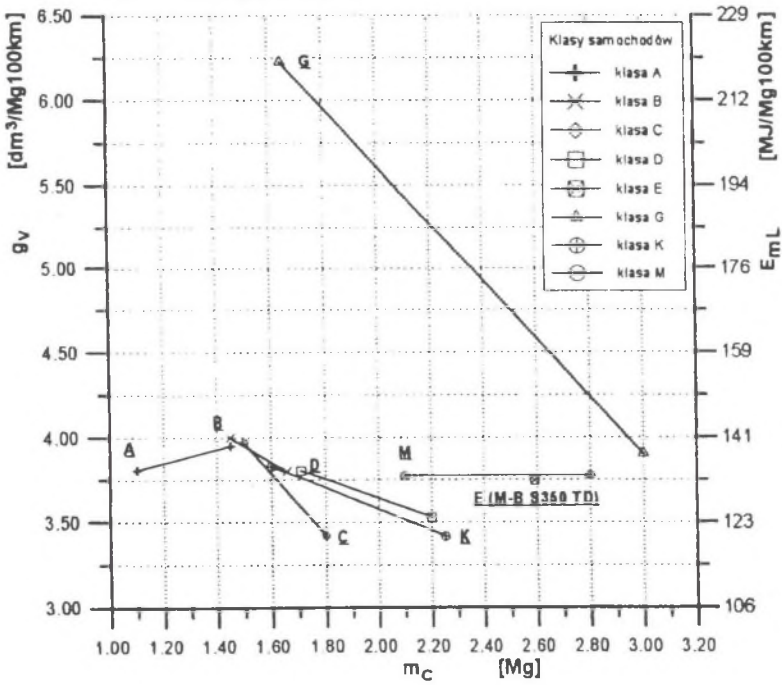
W tej grupie samochody osobowe nie podlegają wtórnemu podziałowi w klasie i poza tym jest ich ilościowo znacznie mniej, stanowiąc jedną z wielu wersji samochodów osobowych z silnikami ZI. Dlatego też dynamika samochodów osobowych z silnikami ZS, wyrażona momentem obrotowym na jednostkę masy, jest znacznie węższa (55-130 Nm/Mg zamiast 50-240Nm/Mg) i współczynniki korelacji odcinków prostych, aproksymujących punkty pomiarowe odpowiednich wskaźników, są znacznie wyższe (0,15-0,86). Poza tym mniejsza ilość charakterystyk pozwala na ich czytelne ułożenie się na wykresach zbiorczych.




Rys.5. Charakterystyki zbiorcze uśrednionego średniego zużycia paliwa $G_p$ poszczególnych klas samochodów osobowy z silnikami ZS w funkcji masy całkowitej
Fig.5. Average fuel consumption of passenger cars equipped with CI engines in relation of total vehicle weigt

Na rys. 5 i 6 przedstawiono analogiczne wyniki obliczeń uśrednionych wartości Gp i $g_v$ (SWEP) w funkcji masy całkowitej dla ok. 220 samochodów osobowych z silnikami ZS. W klasie samochodów sportowych (F) brak rozwiązań z napędem silnikiem ZS, natomiast w klasie samochodów luksusowych (E) i kabrioletów (H) jest jak dotąd tylko po jednym samochodzie: odpowiednio Mercedes Benz S 350TD i Golf Cabrio 1996 r. (brak danych).

W klasach samochodów A-D uśrednione średnie zużycie paliwa układa się niemal w jeden odcinek nachylony pod stałym kątem względem masy całkowitej. Bardziej odbiega od tych przebiegów zużycie minibusów i minivanów (ok. 1,0 dm/100 km paliwa więcej), a samochody terenowe jeszcze bardziej: przy masie 1,7 Mg zużywają 4,3 $dm^3$/100 km paliwa powyżej średniej, natomiast przy masie 2,3 Mg - 2,8$dm^3$/100 km paliwa ponad średnią dla samochodów osobowych konwencjonalnych z silnikami ZS. Znajduje to uzasadnienie na wykresie przedstawiającym zależność uśrednionego $g_V$ (SWEP) od masy całkowitej samochodów w poszczególnych klasach.




Rys.6. Charakterystyki jednostkowego zużycia paliwa i energii przez poszczególne klasy samochodów osobowych z silnikami ZS

Fig.6. Synthetical vehicle economy index of passenger cars equipped with CI engines in relation of total vehicle weight

Dla samochodów osobowych z silnikami ZS znacznie mniejszy wpływ na zużycie paliwa ma przyrost masy: i tak dla klasy G i C jest on najniższy i wynosi 0,12 $dm^3$/100km/0,1Mg, natomiast największy dla klasy A (0,43 $dm^3$/100kg/0,1Mg), od której nieco mniejszy wpływ widoczy jest na charakterystyce klasy M. Samochody klasy B i D mają podobny przebieg charakterystyk Gp (prawie równoległe - 0,24 $dm^3$/100km/0,1Mg). Ogólnie można stwierdzić, że samochody osobowe z silnikami ZS mają prawie dwukrotnie mniejszą czułość na wzrost masy samochodu w porównaniu do samochodów z silnikami ZI..

Na podstawie przedstawionych wyników na rys.4b można stwierdzić, że:

- w samochodach z silnikami ZS w każdej z klas nie występuje ze wzrostem masy całkowitej wzrost średniej wartości $g_V$ (SWEP), a przeważnie mniej (D,K) lub bardziej (B,C,G) jego wartość spada, co świadczy o wzroście ze zwiększeniem masy całkowitej sprawności energetycznej samochodów,
- efektywność pracy wszystkich klas samochodów - z wyjątkiem klasy G (terenowej) - układa się w stosunkowo wąskim przedziale wartości wskaźnika $g_V$=3,4 - 4,0 $dm^3$/Mg/100km,
- podobnie jak i w samochodach z silnikami ZI tak i w tym przypadku można spotkać w każdej z klas samochody o wyjątkowo niskim (3,05) jak i wysokim (4,6) jednostkowym zużyciu paliwa samochodu (tegoroczny rekord na salonie frankfurckim osiągnął Opel Corsa 1,7TD z $G_p$=3,4 $dm^3$/100km i $g_V$=2,73 dm/100km/Mg).

W tab. 1 podano przedziały rozrzutu poszczególnych parametrów i wskaźników po odrzuceniu przypadków znacznie odbiegających od podstawowego zbioru punktów.

Z przedstawionych na rys.2, 3, 5 i 6 charakterystyk wyraźnie widoczne jest duże podobieństwo samochodów klas konwencjonalnych, przy równoczesnym wzajemnym ich uzupełnianiu się pod względem masy całkowitej. Widoczne jest też, że w klasie samochodów małych z silnikami ZI, a jeszcze bardziej ZS, nie ma alternatywy pod względem masy całkowitej w innych klasach.

Z wykresów tych wyraźnie wynika również, że jedną z najlogiczniejszych metod zmniejszenia zużycia paliwa jest zmniejszenie masy całkowitej samochodów osobowych. Jak dotąd, celem zwiększenia bezpieczeństwa biernego, obserwuje się w świecie motoryzacyjnym działanie idące w kierunku przeciwnym, czego przykładem jest wzrost masy własnej nowego samochodu VW Polo o ok.110 kg. Tak więc jedna z głównych wad Poloneza - nadmierna masa własna - traci z upływem lat na znaczeniu.

W ostatnich latach, wychodząc naprzeciw życzeniom użytkowników samochodów, obserwuje się w wielu klasach samochodów coraz większe zróżnicowanie wskaźników wpływających na zużycie paliwa, które to zjawisko można nazwać wspomnianym wyżej wtórnym podziałem samochodów w klasie, np. sportowe wersje wielu modeli samochodów w klasach konwencjonalnych i nie tylko [4]. Dlatego celowe są dalsze prace nad wyjaśnieniem wpływu poszczególnych parametrów i wskaźników samochodu na wskaźniki paliwowe.

## 5. Wnioski końcowe

Na podstawie przedstawionego materiału można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Zaprezentowana metoda oceny samochodów w poszczególnych klasach na podstawie zużycia paliwa Gp i jednostkowego zużycia paliwa przez samochód $g_V$ jest metodą uniwersalną i stosunkowo dokładną.

2. Decydujący wpływ na średnie zużycie paliwa Gp przez samochód ma klasa samochodu (dynamika napędu, opory jazdy), masa całkowita i rodzaj silnika, a w danej klasie rodzaj silnika i jego sprawność ogólna, dynamika napędu i przedział stosowanej masy całkowitej.
3. W samochodach z silnikami ZI można zauważyć znaczne zróżnicowanie zarówno przebiegu, jak i wartości parametrów i wskaźników związanych ze sprawnością ogólną samochodu wyrażoną wskaźnikiem $g_V$.
4. Znaczne rozbieżności w przebiegu i wartościach Gp i $g_V$ są wynikiem przemienności w poszczególnych klasach samochodów ważności kryteriów oceny samochodu, z których najważniejsze poza rodzajem silnika i jego sprawnością ogólną to dynamika pojazdu (wskaźnik mocy na jednostkę masy pojazdu, przełożenia układu przeniesienia napędu) i oporów jazdy (w samochodach osobowych głównie opory aerodynamiczne).
5. Przy porównywaniu sprawności energetycznej samochodów zasilanych paliwami zastępczymi o zróżnicowanej wartości opałowej i gęstości wskazane jest stosowanie w miejsce jednostkowego zużycia paliwa przez pojazd $g_V$ syntetycznego wskaźnika ekonomiczności pojazdu SWEP

**Literatura**

1. Renner R., Siegel H.M.: Fuel Economy of Alternative Automotive Engines, Learning Curves and Projeuections. SAE Techn.Pap.Ser. 790012, 1980.
2. Nowy autokatalog "International AUTO" modele roku 1995, Phenix Motor-Presse Polska.
3. Ubysz A.: Współczesne silniki samochodowe. Skrypt Pol.Śląskiej, Gliwice 1994.
4. Ubysz A.: Charakterystyka współczesnych samochodów osobowych i ich silników. Skrypt Pol.Śl. nr 1964, Gliwice 1996.
5. Merkisz J.: Ekologiczne aspekty stosowania silników spalinowych. Skrypt Pol. Poznańskiej, Poznań 1995.
6. Ubysz A.: Charakterystyka zużycia paliwa przez współczesne pojazdy samochodowe za pomocą syntetycznego wskaźnika ekonomiczności pojazdu. Zeszyty Naukowe Pol.Śl. Transport, nr 24, 1995.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stanisław Jarnuszkiewicz

Wpłynęło do Redakcji 30.11.1995 r.

**Abstract**

In the paper the performance of all (abaut 1620) cars and some lorries was shown considering average fuel consumption and syntetic index of car economy $g_V$ i $E_{ml}$.

On the basis of those economy parameters one can notice the great difference betweed modern automotive vehicles from the point of fuel consumption.

On the basis of these parameters one can notice the influence of such parameters as the sort of used engines, dynamics cars and total vehicle weight.

In an approximate way the quantity influence of some parameters on fuel consumption and $g_V$ i $E_{ml}$ was defineds as well. On the basis of the results carried out the author outlines the direction of general changes in vehicles and their engines designs. It is shown as general changes in vehicles and thier engine designs. It is shown as well in which way consumption model in passenger and freight transport should be created to comply with future ecological standarts.