MECHANIKA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
4-M/2012
ZESZYT 9
ROK 109
ISSUE 9
YEAR 109

ALEKSANDER UBYSZ*

81° SKALA OCEN ECODRIVERA

81-DEGREE SCALE FOR ECODRIVER ASSESSMENT

Streszczenie

Celem artykułu jest zaprezentowanie utylitarnych możliwości nowo opracowanej metody oceny energooszczędnego stylu jazdy kierującego dowolnym samochodem osobowym w rzeczywistych warunkach ruchu. Ostatecznie w 2005 r. dopracowana empirycznie 81-stopniowa skala współczynnika dynamiki jazdy K_D na każdej trasie przejazdu pozwala na precyzyjną ocenę kierującego i wdrażanych przez niego udoskonaleń energooszczędnego sterowania prędkością samochodu.

Słowa kluczowe: zużycie paliwa, dynamika jazdy, ecodriving

Abstract

The aim of this study is to present functional benefits of the innovative method of energy-efficient driving style of a driver who uses a passenger car in real traffic conditions. The 81-degree scale of the coefficient of drive dynamics K_D can be employed for a precise assessment of driving and the improvements in energy-efficient vehicle speed control the driver makes.

Keywords: fuel efficiency, drive dynamics, ecodriving

* Dr inż. Aleksander Ubysz, Katedra Budowy Pojazdów Samochodowych, Wydział Transportu, Politechnika Śląska.

1. Wstęp

W ostatnich latach trwają intensywne prace nad zmniejszeniem całkowitej energochłonności ruchu pojazdu w warunkach rzeczywistych. Obecnie przy stale rosnących cenach nośników energii jest to zagadnienie coraz bardziej zasługujące na uwagę przedsiębiorstw transportowych oraz prywatnych posiadaczy pojazdów [1]. Samych producentów pojazdów nie w pełni satysfakcjonuje podawane w metryce pojazdu homologacyjne zużycie paliwa, o czym świadczą badania koncernu BMW i innych ośrodków naukowych [2, 8, 9]. Najbardziej znanym i od wielu lat w Europie wykorzystywanym wskaźnikiem oceny energooszczędnych własności pojazdów jest homologacyjne zużycie paliwa w cyklu ważonym (mieszanym): $Q_{waż} = 0{,}37\ Q_m + 0{,}63\ Q_d$.

Ten ważny wskaźnik energooszczędnych własności pojazdu niewiele ma wspólnego z energooszczędnym stylem jazdy osoby kierującej danym pojazdem. Dotychczas stosowana 3(4)-stopniowa ocena w żadnej mierze nie spełnia oczekiwań ecodriverów [2–4]. A przecież homologacyjne i uzupełniające je dla ekstremalnych warunków ruchu cykle jezdne można w prosty sposób wykorzystać w rzeczywistych warunkach ruchu do oceny energooszczędnej techniki sterowania prędkością pojazdu przez kierującego za pomocą autorskiego wskaźnika dynamiki jazdy K_D [5, 6].

W tym opracowaniu, autor oprócz powiększonej liczby przebadanych zestawów pojazd-kierujący, po raz pierwszy przetestował wskaźnik K_D dla jednego kierującego (nr 2) samochodem osobowym wyższej klasy w różnych warunkach jazdy. Pomimo małej dokładności pomiaru przebytej drogi (L) i zużytego paliwa (Q) wyniki obliczeń za pomocą programu EKO-DRIVE 2005 są interesujące.

2. Obiekt badań i technologia pomiarów

Do obliczeń wykorzystano autorski program EKO-DRIVE 2005. Pozwala on za pomocą trzech metod obliczyć dla dowolnej trasy przejazdu całkowite (normatywne) przebiegowe zużycie paliwa Q_c [5, 11]. Normatywne, gdyż wartość Q_c wykorzystuje do obliczeń na rozpatrywanej trasie przejazdu przebiegowe zużycie w 5 wybranych (ustalonych) cyklach jezdnych: dwóch homologacyjnych i 3 zaadaptowanych przez autora dla ekstremalnych warunków ruchu. Ponieważ ich zakres średniej prędkości jazdy obejmuje prędkości chwilowe o v_{av} od 2,43 do 160 km/h, dowolną trasę przejazdu można skwantyfikować odcinkami drogi przebytej w określonym zakresie prędkości (0–6,9 km/h – cykl SG_{MIX}, 6,9–30,5 km/h – UDC, 30,5–94,7 km/h EUDC, 94,7–∞ km/h cykl autostradowy AB).

Podstawą obliczeń Q_c jest wprowadzenie odpowiednich danych pojazdu oraz adaptacja do obliczeń reprezentatywnej charakterystyki ogólnej. Aby błąd obliczeń Q_d nie przekraczał ±3%, a wartość Q_m zawarta była w przedziale błędu –10 do –28%, należy przeprowadzić za pomocą programu EKO-DRIVE 2005 proces adaptacyjny charakterystyki ogólnej [6, 7]. Proces adaptacji optymalnej charakterystyki ogólnej do obliczeń przebiegowego zużycia paliwa w dowolnym samochodzie osobowym autor scharakteryzował w publikacjach i monografiach wydanych przez autora po 2004 roku [5, 6, 11].

Wcześniej wykonane (dla 8 kierujących różnymi samochodami napędzanymi silnikami ZI i ZS) obliczenia współczynnika K_D wskazują, że może się on zawierać w 81-stopniowej skali w przedziale 0,80–1,60. Wynika stąd, że najbardziej dynamiczny kierujący może mieć na trasie

2 razy większe zużycie paliwa niż najbardziej energooszczędny. Potwierdzają to wyniki badań [6] i dlatego wskazane jest popularyzowanie energooszczędnego sterowania pojazdem.

Jak obliczono w [5, 6], w celu rzetelnego wyznaczenia współczynnika dynamiki sterowania prędkością pojazdu K_D celowe jest przeprowadzenie co najmniej 5–8 pomiarów zużycia paliwa i obliczenie jego wartości średniej. Pomiędzy obliczonym Q_c a zmierzonymi (rzeczywistymi) przebiegowymi zużyciami paliw Q_{rz} dla tych pomiarów istnieje dla każdego kierującego łatwy do określenia związek w postaci współczynnika dynamiki sterowania prędkością pojazdu K_D (równanie 10, rys. 1) [5, 6].

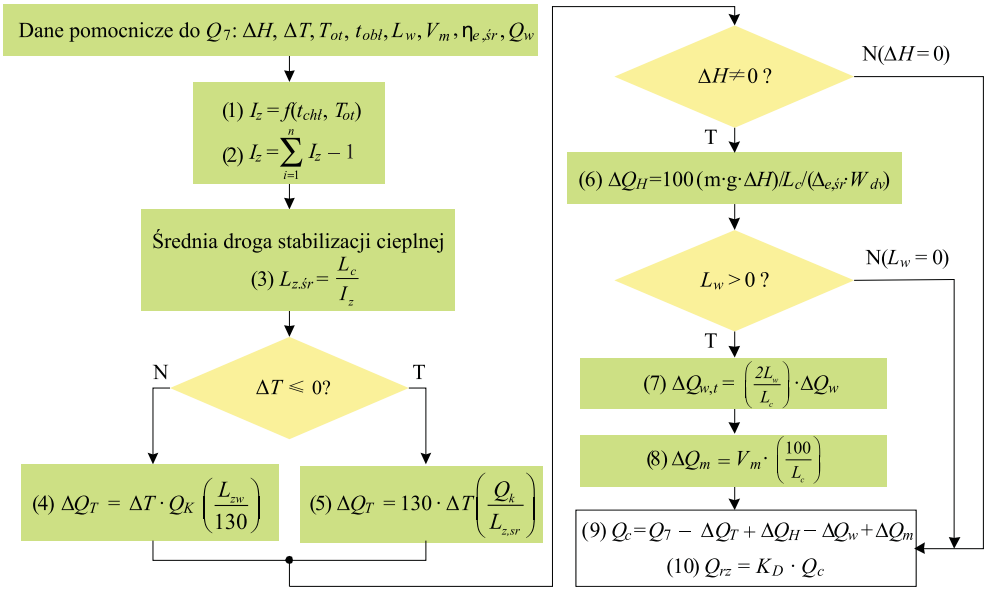
Charakterystyka samochodu osobowego klasy *D*, na którym kierujący „2" przeprowadził w serii zimowych przejazdów wyrywkowe pomiary ogólnie dostępną metodą wybranych parametrów, zawarta jest w tab. 1. Przypomnę, że do metody wybranych parametrów obliczeń Q_{av} na dowolnej trasie przejazdu należy określić: całkowite czasy i drogi przejazdu oraz jazdy w warunkach zatłoczonych ulic, czas zatrzymań wymuszonych warunkami ruchu drogowego, nie będącym jazdą w korku. Poza tym należy znać stan nawierzchni drogi, masę pojazdu, zmianę ΔH (m n.p.m.) na końcach trasy T_{ot}, czas wychłodzenia pojazdu I_z przed ruszeniem w trasę, długość drogi przebytej z rozłączonym napędem. Natomiast Q_K (współczynnik wpływu temperatury otoczenia na przebiegowe zużycie paliwa – 0,0065–0,009 dm^3/(100 km·K)) i objętość manewrową V_m (określona na podstawie trudności włączania/wyłączania się do/z ruchu – 0,03–0,25 dm^3) należy przyjąć na podstawie empirycznej [6, 12].

Tabela 1

Dane samochodu osobowego klasy D (ZI 1,8 dm^3) uczestniczącego w badaniach K_D [6]

Cecha	Jednostka	Samochód osobowy klasy D (2005/2010)
Moc użyteczna silnika	[kW]	94'05/108'10 (1,8 ZI)
Przełożenia w U.P.N.[1)]	–	M5:13,97;7,5;5,16;4,06;3,21/ M6:15,2;8,21;5,63;4,17;3,51;3,0
Masa własna + obciążenie 2 osób	[kg]	1330 + 220 = 1550
Współczynnik oporów toczenia *f*	–	0,012
Współczynnik oporów powietrza	[kg/m]	0,368/0,358
Promień dynamiczny koła	[m	0,327
Sprawność U.P.N.	–	1,0; 0,95; 0,90
Charakterystyka ogólna	–	Obca: ZI 2,4(Ch-ka. 2 z ED'05)
Homologacyjne zużycie paliwa Q_m/Q_d	[dm^3/100 km]	8,7; 5,7/8,2; 5,6
Zużycie paliwa na biegu jałowym G_j	[dm^3/h]	0,70/0,66
Moc jednostkowa ($a \cdot v$)	[W/kg]	(6–4)/(6–4); (10–8)
Wskaźnik mocy jednostkowej N_m	[kW/Mg]	70

[1)] w *A* optymalizowano dwie wesje ($a \cdot v$), a w D dwie wersje ($a \cdot v$) z manualnymi skrzyniami biegów, 5 i 6 stopniową [7].



Rys. 1. Algorytm obliczania przebiegowego zużycia paliwa Q_c w samochodzie osobowym

Fig. 1. The algorithm calculation of fuel consumption in passenger car

Praktyczne znaczenie obliczonych Q_c można ocenić, jeżeli każdą z trzech wartości przebiegowego zużycia paliwa odniesiemy do interesującej przyszłego użytkownika klasy pojazdu, jeszcze lepiej do masy własnej lub całkowitej, gdyż otrzymamy wartość charakteryzującą sprawność pojazdu, a ściślej jednostkowe zużycie paliwa przez pojazd g_v dm^3/(100 km · Mg) [10]. Jego wartość podaje koszt zużycia paliwa przy przemieszczaniu jednostki masy pojazdu 1 Mg na odległość 100 km. Wartość g_v waha się, w zależności od masy całkowitej pojazdu, w zakresie 23,0 dla jednośladów do 0,75 dm^3/(100 km · Mg) dla 28 Mg ciągników siodłowych z naczepą.

Za pomocą tych parametrów niestety nie można ocenić energochłonności stylu jazdy danym pojazdem. Do dzisiaj najbardziej powszechnym w użyciu jest trzystopniowa skala oceny kierowców: oszczędny, normalny i dynamiczny. Belgowie w 2009 r. wprowadzili pojęcie ecodrivera [4].

Jednak do szczegółowej oceny ecodrivera i ewentualnych środków, które w celu zmniejszenia zużycia paliwa zaczyna stosować bardzo przydatna jest 81-stopniowa skala, pozwalająca metodą statystyczną uchwycić ewentualne korzyści z zastosowania konkretnego rozwiązania (zmiana techniki sterowania, zastosowanie nowego środka technicznego). Do tego celu najlepiej nadaje się popularyzowany od 4 lat współczynnik dynamiki sterowania prędkością pojazdu K_D [5, 10]. Jego walory oceny ecodrivingu polegają na porównaniu zużycia paliwa w warunkach rzeczywistej jazdy na dowolnej trasie przejazdu do zużycia wyznaczonego na bazie zużycia w 5 cyklach jezdnych w ruchu rzeczywistym [10, 12].

Za pomocą autorskiego programu EKO-DRIVE 2005 na dowolnej trasie przejazdu zużycie paliwa symuluje się odcinkami drogi przebytymi techniką sterowania charakterystyczną dla jednego z cykli jazdy: SG_S – Stop & Go wolny (v = 2,43 km/h), SG_F – szybki (6,9), UDC (1,8,7), EUDC (62,3), *AB* – autostradowy (119). Doświadczalnie stwierdzono, że trzy pierwsze cykle jezdne w ruchu rzeczywistym są wymuszane warunkami ruchu drogowego, natomiast udział pozostałych dwóch w przebytej trasie jest wynikiem wyboru kierującego pojazdem. *Ecodriver* ogranicza prędkość jazdy do 80–120 km/h. Podyktowane jest to najmniejszym zużyciem paliwa w zakresie prędkości 70–90 km/h w fazach napędowych [7, 10].

3. Wyniki obliczeń K_D dla kierowcy „2" w samochodzie klasy D z silnikiem ZI 1,8

W poz. [7] pod koniec rozdz. 5 wśród utylitarnych korzyści opracowanego programu obliczeń przebiegowego zużycia paliwa EKO-DRIVE 2005 autor na pierwszym miejscu wymienia nowoopracowaną skalę oceny energooszczędnego sterowania prędkością pojazdu. W niespotykanej dotychczas 81-stopniowej skali ocen ecodrivingu na podstawie pomiarów zużycia paliwa dla kierującego nr „2" ocena energooszczędnej techniki jazdy wypadła pomyślnie (K_D = 0,95), pomimo braku uciążliwości stylu jazdy dla otoczenia na drodze. Zastosowanie mechanicznego wskaźnika kontroli położenia pedału przyspiesznika pozwoliło na zmniejszenie K_D o 3 jednostki.

Na podstawie badań wskaźnika K_D na dużej liczbie kierujących określonymi samochodami osobowymi dotychczas autor nie przeprowadził sprawdzianu, czy ma na niego bardziej wpływ rodzaj samochodu czy wypracowana technika sterowania prędkością pojazdu, która z biegiem czasu zamienia się w rutynę. Jest to o tyle interesujące, o ile w nowym samochodzie kierujący ma do dyspozycji wskaźniki chwilowego Q_{ch} i średniego Q_{av} zużycia paliwa. Ten pierwszy wskaźnik ma fundamentalne znaczenie przy ocenie energooszczędnej jazdy w fazach napędowych, natomiast ten drugi wykazuje na bieżąco wpływ stosowanej przez kierującego techniki jazdy i warunków ruchu na drodze.

W celu określenia K_D przez kierującego nr „2" samochodem klasy *D* należało wykonać 6–9 pomiarów zużycia paliwa na dowolnie wybranych trasach przejazdu (w tym przypadku kolejne 9 tras zrealizowanych zimą w dn. 09.02–15.02.2012). Z danych umieszczonych w tab. 2 wynika jasno, że warunki otoczenia i ruchu (w tym włączania i wyłączania się z ruchu były zróżnicowane).

Aby nie komplikować obliczeń, założono do wyboru dwie wartości manewrowej objętości zużytego paliwa: $V_{m1,2}$ = 0,11 i 0,16 dm^3. Ma ona znaczny wpływ na wartość przebiegowego zużycia paliwa na krótkich i ultrakrótkich trasach przejazdu, kiedy Q_{av} może osiągnąć nawet wartość trzycyfrową [12].

Ponieważ obliczenia Q_7 (zużycie w warunkach odniesienia w 266 K) bazują na zużyciu paliwa w 5 wybranych cyklach jezdnych, konieczny był dobór i adaptacja jednej z dwóch charakterystyki ogólnej silnika ZI. Charakterystyka nr 2 silnika ZI 2,4 dm^3 pojemności skokowej dawała na tyle dokładne wyniki zużycia paliwa w homologacyjnych cyklach jezdnych, że poza podstawowymi modyfikacjami (zakresu prędkości obrotowej i maksymalnego momentu obrotowego) nie były konieczne dodatkowe korekty charakterystyki (np. mapy g_e). W tab. 3 umieszczono wyniki obliczeń homologacyjnych i rzeczywistych przebiegowych zużyć paliwa w wybranych cyklach jezdnych dla zróżnicowanych warunków ruchu.

Wyniki obliczeń umieszczone w tabelach 2 i 4 można szybko otrzymać metodą numeryczną z pomocą programu EKO-DRIVE 2005. Autor miał zamiar umieścić go w podręczniku, ale liczne kruczki programowe, które bez ich znajomości czynią program uciążliwym w użyciu, wymagają opracowania oddzielnej instrukcji obsługi programu. W części 1 podręcznika *Poszanowanie energii w pojazdach samochodowych* autor zasygnalizował złożoność procedury obliczeń. Aby przedstawić komplet wyników obliczeń, w tab. 4 dla dziewięciu rozpatrywanych przejazdów umieszczono obliczone dane pomocnicze w postaci 4 poprawek ΔQ_i (rys. 1).

W opracowanym programie obliczeń przebiegowego zużycia paliwa uwzględniono najważniejsze czynniki mające wpływ na przebiegowe zużycie paliwa odniesienia Q_7 (widocznych w podstawowym algorytmie obliczeń na rys. 5.10 podręcznika, cz. 1).

Cała trudność polega na obliczeniu zużycia paliwa w pięciu wybranych cyklach jezdnych, przy czym należy pamiętać, że w ruchu rzeczywistym podlegają zmianie warunki ruchu na drodze i parametry trakcyjne pojazdu, takie jak masa, współczynniki oporów toczenia i aerodynamicznych (dodatkowe równania do obliczeń wartości zastępczych) [6].

Tabela 2

Obliczenia metodą wybranych parametrów porównawczego zużycia paliwa Q_7 w zimowej serii przejazdów w samochodzie klasy D z silnikiem ZI 1,8 za pomocą programu EKO-DRIVE 2005 (m = 1550 kg, opony z bieżnikiem zimowym)

Lp.	S_c [km]	t_c [s]	t_p [s]	t_{SG} [s]	S_{SG} [m]	I_z [–]	ΔH [m]	ΔT [K]	U_w [–]	Q_7 l/100 [km]	Q_{rz} l/100 [km]
1	5,2	420	50	0	0	0,3	8	–6	0,6	6,29	6,7
2	9,0	840	120	280	150	1,0	–19	–7	0,3	7,5	7,96
3	9,0	960	180	0	0	0,9	19	–4	0,3	6,85	8,11
4	9,0	1260	90	510	250	1,05	–19	–6	0,2	7,05	9,86
5	9,0	720	110	0	0	0,7	19	3	0,2	7,28	7,11
6	23,0	1230	70	0	0	0,3	–29	5	0,4	6,44	5,24
7	23,0	1260	140	0	0	0,4	29	4	0,3	6,77	6,48
8	9,0	1020	220	0	0	0,95	–19	6	0,26	7,99	8,06
9	10,0	1500	150	720	450	0,8	19	6	0,2	8,99	10,1

Tabela 3

Obliczone przez program zużycia paliwa w homologacyjnych i wybranych cyklach jezdnych (dm^3/100 km) dla zróżnicowanych warunków pracy oraz dla 3 samochodów

Klasa pojazdu	m = 1450 kg		m = 1550 kg; f = 0,012					m = 1550 kg; f = 0,019 (śnieg)				
	Q_m	Q_d	Q_m	Q_d	Q_{SGS}	Q_{SGF}	Q_A	Q_d	Q_m	Q_{SGS}	Q_{SGF}	Q_A
D'5ZI1,8	7,9;10 [%[	**5,6;2 [%]**	8,2	5,7	12,7	25,0	6,93	9,43	6,6	15,5	25,6	7,75

Tabela 4

Objętość manewrowa V_m (dm^3) dla różnych skojarzeń stopni trudności włączania/wyłączania się z ruchu kierującego nr „2" samochodem klasy D z silnikiem ZI1,8

Lp.	Skojarzenie warunków trudności włączania/wyłączania z ruchu (0–6); [dm^3]							
	0	1	2	3	4	5	6	$V_{p,uc}$
1.	0,03[0)]	0,05[1)]	0,08[2)]	0,11[3)]	0,15[4)]	0,16[3)]	0,21[5)]	0,10–0,25[6)]

[0)] – najprostszy przypadek, postoje na pasach ruchu na jezdni, [1)] – prosty przypadek (postoje na poboczu), [2)] – pobocze – garażowanie z 2 bramami wjazdowymi, [3)] – garaż – parking z bramą, [4)] – parking – dwukrotne parkowanie przed PKP, [5)] – parking – 800 m poszukiwania miejsca postoju, [6)] – wartość dobierana w zależności od temperatury otoczenia i warunków ruchu w czasie pierwszych 10 min.

Jeżeli ktoś nie ma wskaźników zużycia paliwa, to może – tak jak to robił autor w fazie wstępnej badań – prowadzić pomiary zużycia paliwa metodą pełnego zbiornika na wieloetapowych trasach przejazdu o przebiegu sumarycznym drogi pomiarowej co najmniej 300 km i obliczać wspomniane wcześniej parametry zastępcze pojazdu i drogi za pomocą równań (5.2)–(5.4) [6]. Z obliczeń wynika, że energooszczędny styl jazdy przypisany jest bardziej do kierującego a mniej do klasy pojazdu. Tezę tą należy sprawdzić na większej i bardziej zróżnicowanej próbce pojazdów. Zadziwiająca jest duża dokładność wyników obliczeń przebiegowego zużycia paliwa Q_c w korelacji z Q_{rz}. Poza tym można stwierdzić, że średni współczynnik dynamiki jazdy K_D jest dokładnym wskaźnikiem oceny ecodrivingu kierującego dowolnym pojazdem, co udowodniono na przykładzie obliczeń K_D dla dwóch samochodów osobowych klasy *B/K* i *D* (K_D = 0,92).

Tabela 5

Obliczenia metodą wybranych parametrów całkowitego, przebiegowego zużycia paliwa Q_c w zimowej serii przejazdów w samochodzie klasy D z silnikiem ZI 1,8 za pomocą programu EKO-DRIVE 2005 (m = 1550 kg, opony z bieżnikiem zimowym, $V_{m,1}$ = 0,16 dm³, $V_{m,2}$ = 0,11 dm³)

Lp.	Q_7 [dm³] 1)	ΔQ_t [dm³] 1)	ΔQ_H [dm³] 1)	ΔQ_w [dm³] 1)	ΔQ_m [dm³/100 km] V_{m1} 0,16	ΔQ_m [dm³/100 km] V_{m2} 0,11	Q_{c1} [dm³] 1)	Q_{c2} [dm³] 1).	K_{D1} Q_{rz} $Q_{c,1}$	K_{D2} Q_{rz} $Q_{c,2}$	K_D = 0,92 Q_c 2) [dm³] 1)	δ 3) [%]
1	6,29	1,2	0,3	–0,9	3,1	2,1	10,4	9,0	**0,64**	**0,74**	**8,28**	–23,8
2	7,5	0,81	–0,4	–0,45	1,8	1,2	9,2	8,65	**0,87**	**0,92**	**7,96**	0
3	6,85	0,46	0,4	–0,45	1,8	1,2	9,0	8,5	**0,90**	**0,95**	**7,82**	3,6
4	7,05	0,69	–0,4	–0,3	1,8	1,2	8,8	8,2	**1,12**	**1,2**	**7,54**	23,5
5	7,28	–0,002	0,4	–0,3	1,8	1,2	9,2	8,3	**0,77**	**0,86**	**7,64**	–4,9
6	6,44	–0,007	–0,24	–0,6	0,7	0,48	6,3	6,1	**0,85**	**0,88**	**5,61**	–7,1
7	6,97	–0,006	0,24	–0,45	0,7	0,48	7,46	7,2	**0,85**	**0,88**	**6,62**	–2,2
8	7,99	–0,003	–0,4	–0,38	1,8	1,2	9,0	8,4	**0,90**	**0,96**	**7,73**	4,1
9	8,99	–0,002	0,4	–0,45	1,8	1,2	9,85	10,1	**1,00**	**1,0**	**9,02**	9,9
Średnie K_D (po odrzuceniu 2 wartości skrajnych): odchylenie standardowe σ:									**0,87; 0,05**	**0,92; 0,05**		

1) 1 = 100 km, 2) $Q_c = Q_c/K_D$; obliczone dla K_D = 0,92, 3) błąd obliczeń Q_c $\delta = (Q_{rz}\ Q_c)/Q_{rz}$.

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i obliczeń całkowitego zużycia paliwa w ruchu rzeczywistym samochodem osobowym kierowanym przez kierującego „2" wynika:

1. Pomimo małej dokładności pomiarowej w metodzie wybranych parametrów i trudnych warunków ruchu (zima, korki) otrzymano zaskakująco małe błędy obliczeń zużycia paliwa Q_c na bieżących, dziennych trasach przejazdu oraz charakterystyczny dla kierującego „2" współczynnik $K_D = 0{,}92$, otrzymany 5 lat wcześniej w samochodzie klasy B/K z silnikiem ZI 1,6.
2. Mała dokładność pomiarów danych niezbędnych do obliczeń, zmienne warunki ruchu i długości tras przejazdu wpływają na tyle na rozrzut wyników obliczeń K_D, że konieczne było odrzucenie z 9 wyników dwóch wartości skrajnych; dzięki temu otrzymano małe standardowe odchylenie $\sigma = 0{,}05$ wyników obliczeń K_D.
3. Na najdłuższych odcinkach pomiarowych, ze znacznym udziałem autostrady w terenie wyżynnym, możliwe jest energooszczędne sterowanie prędkością pojazdu dzięki znacznemu udziałowi na zjazdach faz jazdy wybiegiem, ograniczeniu prędkości maksymalnej do 120 km/h i ograniczeniu w fazach napędu ciągłego dynamiki przyspieszeń samochodu do mocy jednostkowej dodatkowych oporów ruchu $(a*v) < 4$–6 W/kg.
4. Wykorzystanie 81° skali ocen dynamiki jazdy K_D kierującego w każdej z opracowanych metod do obliczeń Q_{rz} za pomocą programu EKO-DRIVE 2005 z dużym prawdopodobieństwem będzie zawierać określoną liczbę wyników, których założony błąd obliczeń ±5% będzie przekroczony (zwłaszcza na krótkich trasach).

Literatura

[1] Siłka W., *Energochłonność ruchu samochodowego*, WNT, Warszawa 1997.

[2] Schmidt G., Liebl J., Senkung der Pkw-CO_2–Emission-wirksame Masnahmen fur alle Betribsbedingungen, MTZ, nr 6/2–1, 482-489.

[3] Augustynowicz A., *Modelowanie typu kierowcy samochodu*, Studia i Monografie, z. 232, Wydawnictwo Politechnika Opolska, Opole 2009.

[4] Lenaers G., *On-board measurement of the influence of driving behavior and road type on CO emission and consumption for 4 powertrain technologies*, 12th EAEC European Automotive Congress Bratislava 2009, 125-132.

[5] Ubysz A., *Numeryczne metody obliczania przebiegowego zużycia paliwa samochodu osobowego w warunkach jazdy rzeczywistej za pomocą zużycia w wybranych cyklach jezdnych*, Czasopismo Techniczne, 6-M/2004, tom III, Wydawnictwo PK, Kraków 2004, 785-792.

[6] Ubysz A., *Poszanowanie energii w pojeździe; obliczanie zużycia paliwa w ruchu rzeczywistym*, Politechnika Śląska, Gliwice 2011, 135.

[7] Bielaczyc P., Merkisz J. i in., *Uwagi o pomiarach zużycia paliwa w silnikach samochodowych*, Archiwum Motoryzacyjne nr 2, 1996, 2-13.

[8] Kropiwnicki J., *Ocena efektywności energetycznej pojazdów samochodowych z silnikami spalinowymi*, Monografie 110, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2011.

[9] Pelkmans L. i in., *Development of a simulation tool to calculate fuel consumption and emission of vehicle operating in dynamic conditions*, SAE International, 2004.

[10] U b y s z A., *Charakterystyka zużycia paliwa przez współczesne pojazdy samochodowe za pomocą syntetycznego wskaźnika ekonomiczności pojazdu*, Zeszyty Naukowe Pol. Śl., seria Transport, z. 24, Gliwice 1995, 81-92.

[11] U b y s z A., *Prognozowanie zużycia paliwa w samochodzie osobowym w ruchu rzeczywistym*, Czasopismo Techniczne, 6-M/2008, Wydawnictwo PK, Kraków 2008, 209-218.

[12] U b y s z A., *Badanie objętości manewrowej zużytego paliwa w samochodzie w brzegowych warunkach ruchu*, Czasopismo Techniczne, 6-M/2008, Wydawnictwo PK, Kraków 2008, 219-228.