

Aleksander UBYSZ

OPRACOWANIE TESTU JEZDNEGO UNIWERSALNEGO DLA RUCHU W WARUNKACH ZATŁOCZONYCH ULIC

Streszczenie. W pracy przedstawiono opracowane na podstawie pomiarów w wybranych węzłach komunikacyjnych charakterystyczne cykle jezdne samochodów jadących w potoku pojazdów (w warunkach zatłoczonych ulic), z możliwością doboru cyklu pośrodkowego w określonym przedziale prędkości.

THE CREATING OF THE NEW UNIVERSAL DRIVING CYCLE FOR TRAFFIC ON THE CROWDED ROADS

Summary. In this work the new driving cycles for traffic on crowded roads created on the basis of measurements that had been carried out in selected crossing were presented. The cycles enable to select the intermediate cycle in demanded range of speed.

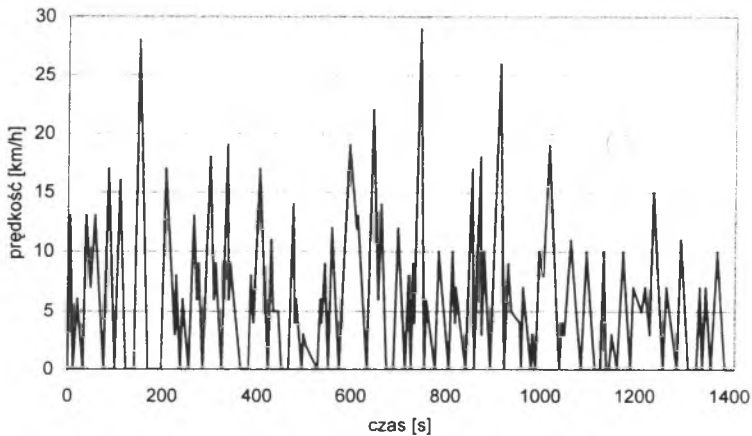
1. WSTĘP

Obecnie na drogach, zależnie od wskaźnika pojazdów na liczbę mieszkańców i infrastruktury dróg, obserwuje się w określonych porach dnia wzmózony ruch pojazdów. Jego znaczne natężenie lub przeszkody zaistniałe na drodze prowadzą często do tzw. "korków", rezultatem czego jest znaczny spadek szczytowej i średniej prędkości jazdy. Podstawowym manewrem jazdy w potoku jest ruszanie z miejsca i dojazd do wykonującego przed nami ten sam manewr, z odpowiednim wyprzedzeniem, pojazdu. Proponowany przez źródła niemieckie test "Stop and Go" [1] jest jedynym dostępnym cyklem jazdy potokowej, w którym prędkości szczytowe nie przekraczają 27 km/h, natomiast średnia prędkość jazdy wynosi 6,01 km/h [2].

Ogromna większość cykli jezdnych opracowana została dla znacznie "szybszych" technik jazdy, nie uwzględniających ruchu pojazdów w potoku [3]. Szczególnie narażone na jazdę w potoku są dowożące do pracy ludzi samochody osobowe i autobusy w dużych aglomeracjach miejskich [4]. Dlatego celem tej pracy jest prezentacja własnych obliczeń i przemyśleń autora na ten temat, włącznie z uniwersalnym testem S&G MIX. Test ten jest sumą dwu typowych dla ruchu samochodu w potoku w krańcowo różnych (granicznych) warunkach: pierwszy wzorowany na niemieckim, tzw. szybki (S&G Fast), oraz opracowany przez autora dla warunków jazdy w godzinach szczytu ul. Kochłowicka - wolny (S&G Slow). Dzięki tym dwu testom dla określonych warunków jazdy będzie można dobrać najbardziej przybliżony model ruchu pojazdu w potoku.

2. CHARAKTERYSTYKA TESTU W RUCHU POTOKOWYM - STOP & GO

Na rys. 1 oraz w tabeli 1 przedstawiono profil prędkości w teście STOP & GO, charakterystycznym dla ruchu w warunkach niemieckich.



Rys. 1. Charakterystyka testu STOP & GO opracowanego na podstawie warunków ruchu w Niemczech
Fig.1. The characteristic of the STOP & GO test that have been created on the basis of traffic in Germany

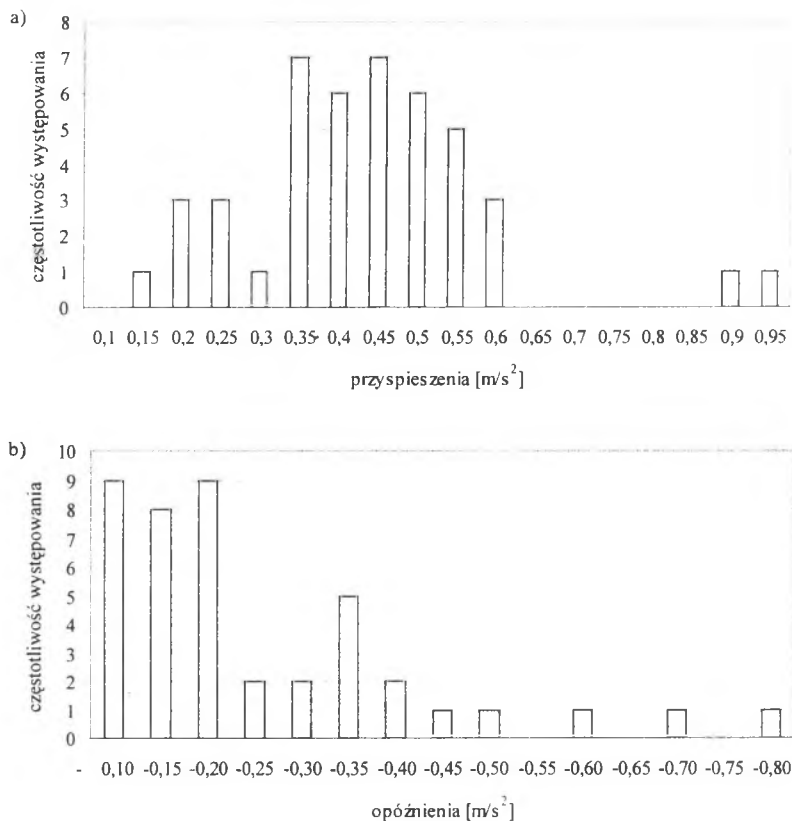
Tabela 1

Parametry kinematyczne cyklu STOP & GO w wersji oryginalnej i skróconej

Wielkość		Stop & Go	Stop & Go Fast
Droga całkowita cyklu, L_c	[m]	2338,8	501
Całkowity czas cyklu, T_c	[s]	1402	269
Prędkość średnia cyklu, v_c	[km/h] / [m/s]	6,01 / 1,67	6,71 / 1,86
Łączny czas przyspieszania, ΣT_A	[s]	429	111
Łączny czas fazy ruchu ustalonego, ΣT_U	[s]	10	0
Łączny czas fazy napędzania, $\Sigma T_N = \Sigma T_A + \Sigma T_U$	[s]	439	111
Łączna droga fazy przyspieszania, ΣL_A	[m]	878,3	220,8
Łączna droga fazy stałej prędkości, ΣL_U	[m]	13,9	0
Łączna droga fazy napędzania, ΣL_N	[m]	892,2	220,8
Łączna czas fazy hamowania, ΣT_H	[s]	821	158
Łączna droga fazy hamowania, ΣL_H	[m]	1446,5	280,2
Łączny czas biegu jałowego podczas postoju, ΣT_{BJ}	[s]	142	0

Charakterystyczna dla tego cyklu jest mała liczba zatrzymań pojazdu na czas dłuższy niż 1 s, co jest typowe dla jazdy potokowej na jezdniach dwupasmowych, wielojedzniowych ze spiętrzeniem ruchu przed jakąkolwiek przeszkodą, np. skrzyżowaniem o ruchu okrężnym. Takie warunki jazdy są charakterystyczne w Okręgu Górnośląskim, np. dla trasy dojazdowej do Ronda w Katowicach od strony Chorzowa (ul. Chorzowska).

Charakterystyczna dla tego testu jest duża liczba znacznie zróżnicowanych faz cyklu, realizowanych w czasie ponad 23 min. Każda z faz ma w zasadzie trójkątny charakter przebiegu profilu prędkości, czyli zawiera fazy rozpędzania i hamowania, których statystyczne prawdopodobieństwo scharakteryzowano na rys. 2.



Rys. 2. Częstość przyspieszeń przy ruszaniu (a) i opóźnień przy zatrzymaniu (b) w teście STOP & GO
 Fig. 2. The values of the acceleration during pulling out (a) and the delay during pulling over (b) in STOP & GO test

Ten dość złożony test jezdny, opracowany na podstawie materiałów statystycznych, w wielu miejscach ma profile prędkości w postaci "piły", w której minimalne wartości prędkości nie schodzą do zera. Dlatego pokazane jest do celów optymalizacyjnych opracowanie takiego testu zastępczego, który składając się z elementarnych faz trójkątnych przy obliczeniach będzie dawał wynik energochłonności i zużycia paliwa porównywalny z testem niemieckim.

Opracowany przez autora test S&G Fast, którego wyniki zużycia paliwa w nieznacznym stopniu odbiegają od testu pełnowymiarowego, składa się z 12 po sobie następujących faz scharakteryzowanych w tabeli 1, a przyspieszenia i opóźnienia oraz prędkości szczytowe każdej z faz są dla niego reprezentatywne (patrz rys.1).

Porównanie wyników obliczeń przebiegowego zużycia paliwa dla obu testów - niemieckiego i S&G Fast - dla kilkunastu samochodów osobowych wskazuje, że występują nieznaczne rozbieżności między nimi nie przekraczające 2% (tabela 2). Jednak przeprowa-

dzzone przez autora wyniki pomiarów przebiegu jazdy w ruchu potokowym mają w wybranych punktach aglomeracji katowickiej zgoła odmienny charakter.

Tabela 2
Rozbieżności wyników obliczeń w zużyciu paliwa liczonym wg testu STOP & GO oryginalnego i S&G Fast

Pojazd	$Q_{S\&G (134 \text{ fazy})}$ [dm ³ /100km]	$Q_{S\&G \text{ Fast}}$ [dm ³ /100km]	ΔQ [%]
Audi A4 2.4 V6	24,93	24,65	-1,14
Ford Galaxy 2.3	25,06	25,42	1,45
Ford Mondeo Kombi 1.6 16V	20,03	20,41	1,87
Opel Astra II 1.6 16V	18,57	18,54	-0,15
Opel Vectra B 1.6 16V	18,78	18,70	-0,44
Rover 214i	16,68	16,33	-2,09
Seat Leon 1.6i Stella	20,18	20,51	1,63
Skoda Octavia 1.6 GLE	20,34	20,60	1,29
VW Bora 1.6	20,30	20,74	2,17
VW Bora 2.3 VR5	24,95	24,65	-1,21
VW Golf 2.3 VR5	25,08	24,77	-1,22
VW Polo 1.6	17,89	17,80	-0,49

3. BADANIA FAZ W RUCHU RZECZYWISTEGO POTOKU

W okolicy Katowic w godzinach szczytu w wielu miejscach powstają warunki jazdy w potoku pojazdów, czyli o znacznym zgęszczeniu ruchu ulicznego. Cechuje je w czasie znaczna dynamika zmian, noszących głównie charakter stochastyczny. Dlatego w badaniach nad ruchem ograniczono się do dwu ciągów komunikacyjnych od stron o większym natężeniu ruchu: pierwszy przy dojeździe do katowickiego Ronda od strony Chorzowa (ulica Chorzowska) i drugi przy dojeździe do węzła mikołowskiego w Katowicach ulicą Kochłownicą. Wyniki pomiarów przedstawia tabela 4.

Zestawione w tabeli 3 wyniki pomiarów z dwu ulic przelotowych w Katowicach (ulice Kochłownicka i Chorzowska) wskazują, że samochody poruszają się w warunkach jazdy potokowej najczęściej metodą "STOP & GO", czyli postój i przejazd pewnego odcinka drogi.

Charakterystyczny dla testu niemieckiego mały udział postoju samochodu jest w godzinach szczytu na wskazanych ulicach znaczny, a zwłaszcza na ulicy Kochłownickiej (w tabeli zaznaczono jako odcinki drogi kolejno po sobie następujące bez postoju - np. 20/80/150), a na ul. Kochłownickiej w fazie zanikania potoku. Dlatego też zasłała potrzeba opracowania testu charakterystycznego dla tego typu jazdy potokowej, który ze względu na znacznie wolniejszy charakter nazwano STOP & GO Slow. Jego parametry kinematyczne przedstawiono w tabeli 5. Test ten w połączeniu z testem STOP & GO Fast daje nowe jakościowo możliwości symulacji ruchu ulicznego o znacznym zgęszczeniu i zróżnicowaniu. W tabeli 4 i 5 podano parametry obu testów oraz ich sumy, będącej testem STOP & GO Mix, a którego przebieg przedstawiono na rys.3.

Tabela 3

Zestawienie wyników pomiarów drogowych w czasie jazdy w godzinach szczytu ulicami Chorzowską i Kochłowską w Katowicach

14.11.00 Chorzowska		16.11.00 Chorzowska		17.11.00 Kochłowska (d)		20.11.00 Kochłowska (d)	
t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]
10	15	20	20	30	60/40	60	15/5
15	20/15	30	50	10	30/30/40	15	15
15	28/10	30	50	10	350	20	30
10	25	10	250	60	40/40	40*	10
15	25	17	350	10	15	10	20
18	25/40/50/150/400	25	80	60	10	15	20
5*	80/500	5	30	20	15/20	15	30
10	50/30	30	35	35	30/45	10	10
15	40/30	25	250	20		25	40
15*	100/450/100	5				15	35
15*	15					10	30
30						15	35/15
						20	20/55
						25	55
						35*	60/35/80
						10	120/150
						20*	
21.11.00 Kochłowska (d)		23.11.00 Kochłowska (d)		24.11.00 Kochłowska (p)		27.11.00 Kochłowska (d)	
t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]
30	25	40	20	15	10	15	20
15	20	20*	50	20	35	5	15/15/40/10
50	15	25	30/15/10	10	25/15/30	30	15/30/60/300
15	40	30	20/10	15	25	15	50/30
15	15	15	50/80	20	25	10	40
30	35	20	80	15	20	15	400
30	20	40*	80*/120/180/50	15	15	25	300
15	15	10	10	15	45/10	10	220
15	50/10	15	40	5	20	30	
30*	10	20	60	10	20		
25	30/55	10	30	20	15		
10	15	10	30/25	15	10/20/50/200		
60	40	30	40	35*			
45	30/20	10	50/80/40				
20	30	10	60/70				
40	28	8	70/30				
15	10	25	60				
15	30*	40	100				
35	40/25/60/150/100/80/120	50*					
15*							
28.11.00 Kochłowska (g)		29.11.00 Kochłowska (d)		04.12.00 Kochłowska (d)		11.12.00 Kochłowska (d)	
t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]	t [s]	L [m]
2	15	20	50/80/30	*	150	*	
2	30/70	10	150	15	50/100/130	10	150/50/200
3	30	30	50	15	50/30	20*	100/80/40
40	15/5/15/8/10/5/35/40/50	50*	250	20*		5	20/80/150
		10	50/80			10	
25	110	15	350				
20	60	20	350				
30	180	25*					
10	250						
10							

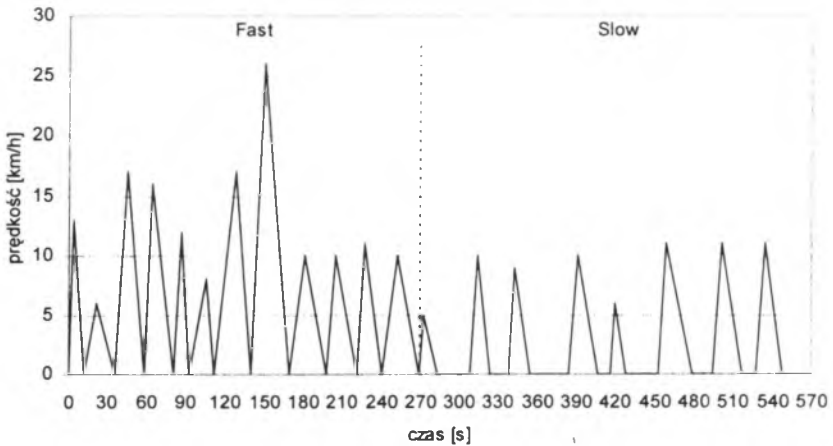
t – czasy postojów

* – postój na czerwonym świetle

L – przebyte odcinki drogi pomiędzy postojami

d (p) – dojazd (powrót)

Oba testy składające się na test S&G Mix różnią się znacznie pod względem dynamiki przejazdu, wynikającym ze znacznego udziału - prawie 50% - czasu postoju w teście "wolnym", podczas gdy w "szybkim" jego brak. Dzięki temu, w zależności od warunków ruchu potokowego, można w dowolny sposób zestawiać test mieszany odpowiednio dobierając udziały testów podstawowych. Tak więc w znacznej - bo dochodzącej do 260% - rozpiętości v_{sr} widoczna jest uniwersalność nowo opracowanych testów przejawiająca się w możliwości ich wykorzystania przez odpowiednie ważenie udziałów testów podstawowych w symulacji ruchu noszącego charakter potokowy na określonych odcinkach drogi.



Rys. 3. Przebieg prędkości w nowo opracowanych dla aglomeracji katowickiej testach jezdnych w ruchu potokowym

Fig. 3. Speed vs. time of new driving cycles created for agglomeration of Katowice

Tabela 4

Parametry kinematyczne testów opracowanych dla ruchu potokowego w warunkach aglomeracji katowickiej

Wielkość		STOP & GO Fast	STOP & GO Slow	STOP & GO Mix
Droga całkowita cyklu, L_c	[m]	501	198,1	699,1
Całkowity czas cyklu, T_c	[s]	269	294	563
Prędkość średnia cyklu, v_c	[km/h] / [m/s]	6,71 / 1,86	2,43 / 0,67	4,47 / 1,24
Łączny czas przyspieszania, ΣT_A	[s]	111	46	157
Łączny czas fazy ruchu ustalonego, ΣT_U	[s]	0	0	0
Łączny czas fazy napędzania, $\Sigma T_N = \Sigma T_A + \Sigma T_U$	[s]	111	46	157
Łączna droga fazy przyspieszania, ΣL_A	[m]	220,8	61	281,8
Łączna droga fazy stałej prędkości, ΣL_U	[m]	0	0	0
Łączna droga fazy napędzania, ΣL_N	[m]	220,8	61	281,8
Łączna czas fazy hamowania, ΣT_H	[s]	158	103	261
Łączna droga fazy hamowania, ΣL_H	[m]	280,2	137,1	417,3
Łączny czas biegu jałowego podczas postoju, ΣT_{Bj}	[s]	0	145	145

Tabela 5

Parametry nowo opracowanych testów jezdni charakterystycznych dla znacznego zęszczenia ruchu w aglomeracji katowickiej (S&G Fast i S&G Slow)

Nr fazy	typ fazy	t [s]	v_p [km/h]	v_k [km/h]	a [m/s^2]	L [m]	
Test S&G Fast	1	przyspieszanie	4	0	13	0,90	7,2
	2	hamowanie	8	13	0	-0,45	14,4
	3	przyspieszanie	9	0	17	0,52	21,3
	4	hamowanie	14	17	0	-0,34	33,1
	5	przyspieszanie	10	0	16	0,44	22,2
	6	hamowanie	13	16	0	-0,34	28,9
	7	przyspieszanie	6	0	12	0,56	10,0
	8	hamowanie	17	12	0	-0,20	28,3
	9	przyspieszanie	6	0	8	0,37	6,7
	10	hamowanie	6	8	0	-0,37	6,7
	11	przyspieszanie	12	0	17	0,39	28,3
	12	hamowanie	6	17	0	-0,79	14,2
	13	przyspieszanie	17	0	26	0,42	61,4
	14	hamowanie	12	26	0	-0,60	43,3
	15	przyspieszanie	10	0	10	0,28	13,9
	16	hamowanie	19	10	0	-0,15	26,4
	17	przyspieszanie	12	0	10	0,23	16,7
	18	hamowanie	17	10	0	-0,16	23,6
	19	przyspieszanie	7	0	11	0,44	10,7
	20	hamowanie	17	11	0	-0,18	26,0
	21	przyspieszanie	6	0	7	0,32	5,8
	22	hamowanie	12	7	0	-0,16	11,7
	23	przyspieszanie	12	0	10	0,23	16,7
	24	hamowanie	17	10	0	-0,16	23,6
Test S&G Slow	25	przyspieszanie	4	0	5	0,35	2,8
	26	hamowanie	10	5	0	-0,14	6,9
	27	bieg jałowy	25	0	0	0,00	0,0
	28	przyspieszanie	6	0	10	0,46	8,3
	29	hamowanie	9	10	0	-0,31	12,5
	30	bieg jałowy	15	0	0	0,00	0,0
	31	przyspieszanie	5	0	9	0,50	6,3
	32	hamowanie	11	9	0	-0,23	13,8
	33	bieg jałowy	30	0	0	0,00	0,0
	34	przyspieszanie	7	0	10	0,40	9,7
	35	hamowanie	15	10	0	-0,19	20,8
	36	bieg jałowy	10	0	0	0,00	0,0
	37	przyspieszanie	4	0	6	0,42	3,3
	38	hamowanie	8	6	0	-0,21	6,7
	39	bieg jałowy	25	0	0	0,00	0,0
	40	przyspieszanie	6	0	11	0,51	9,2
	41	hamowanie	20	11	0	-0,15	30,6
	42	bieg jałowy	15	0	0	0,00	0,0
	43	przyspieszanie	7	0	11	0,44	10,7
	44	hamowanie	16	11	0	-0,19	24,4
	45	bieg jałowy	10	0	0	0,00	0,0
	46	przyspieszanie	7	0	11	0,44	10,7
	47	hamowanie	14	11	0	-0,22	21,4
	48	bieg jałowy	15	0	0	0,00	0,0

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i nowo opracowanych testów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Jak wykazują pomiary, ruch potokowy charakteryzuje się znaczną zmiennością parametrów kinematycznych, noszącą charakter stochastyczny i wszelkie próby jego opisu za pomocą modelu będą nosiły charakter mniej lub bardziej przybliżony, a którego dokładność w znacznym stopniu wpływa na przebiegowe zużycie paliwa (rozpiętość od 24 w teście S&G Fast do 33 dm³/100 km w S&G Slow).
2. Celowe jest wprowadzenie dwu granicznych modeli ruchu potokowego, na podstawie których można wyważyć, np. przez dobór udziałów z krokiem co 5%, model pośredni, dobrany na podstawie jednego z parametrów kinematycznych, jak np. średnia prędkość cyklu.
3. Zaprezentowany w pracy cykl jezdny symulujący ruch w warunkach zatłoczonych ulic o nazwie STOP & GO Mix ma charakter uniwersalny dla ruchu potokowego o znacznym przedziale zmienności prędkości średniej - od 2,43 km/h do 6,71 km/h.

Literatura

1. BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), INFRAS AG (Infrastruktur-, Umwelt- und Wirtschaftsberatung): Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs 1950 – 2001. BUWAL-Bericht Nr 255, 1995.
2. Chłopek Z.: Analiza testów jezdnych do celów oceny ekologicznych własności silników spalinowych. Konferencja Naukowo-Probleмова "Pojazd a środowisko", Radom 1999, str. 53-60.
3. Siłka W.: Energochłonność ruchu samochodu. WNT, Warszawa 1997.
4. Ubysz A.: Compound bike – rower o napędzie hybrydowym. Materiały Międzynarodowej Konferencji "Transport '97", Tom II, str. 623-629.

Recenzent: Dr hab. inż. Wojciech Siłka, Prof. Pol.Opolskiej

Abstract

In this work the new driving cycles for traffic on crowded roads created on the basis of measurements that had been carried out in selected crossing were presented. The cycles enable to select the intermediate cycle in demanded range of speed. The new driving cycle makes possible the simulation of the traffic on crowded roads with freely average speed from specific range.

Pracę wykonano w ramach prac własnych BW-429/RM 10/2001