

Stwierdzenie Nr 14

PROCEDURA BADAWCZA		PB - 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

Tytuł: *Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych*

	Komórka	Imię i nazwisko	Podpis
Opracowanie:	ND-2	mgr Krystian Woźniak	<i>KWodniak</i>
Weryfikacja merytoryczna:	ND-2	mgr inż. Andrzej Kaczmarek	<i>A.Kaczmarek</i>
Zatwierdzenie:	ND-Z	inż. Mieczysław Oporowski	<i>M. Oporowski</i>

PROCEDURA BADAWCZA		PB - 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

TREŚĆ

1. CEL PROCEDURY	3
2. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA	3
3. SPOSÓB POSTĘPOWANIA	3
3.1. OBIEKTY BADAŃ	3
3.2. MIEJSCE I WARUNKI BADAŃ	3
3.2.1. Miejsce badań	3
3.2.2. Warunki pogodowe	3
3.3. APARATURA POMIAROWA I WIELKOŚCI MIERZONE	4
3.4. ZDEFINIOWANIE METODY POMIARU I WIELKOŚCI MIERZONYCH	4
3.4.1. Cykle bazowe	5
3.4.2. Sposób pomiaru energii elektrycznej	10
3.5. PRZYGOTOWANIE AUTOBUSU DO BADAŃ	12
3.5.1. Ustalenie masy obciążenia autobusu do badań	12
3.5.2. Niezbędne wyposażenie autobusu	12
3.5.3. Sprzęt, który powinien być odliczony od masy obciążenia autobusu	13
3.5.4. Rozgrzanie pojazdu	13
3.5.5. Naładowanie akumulatorów	13
3.5.6. Zbiorniki powietrza	13
3.5.7. Drzwi	14
3.5.8. Inne elementy pojazdu	14
3.6. PROCES POMIARU	14
3.7. OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ	15
3.8. TOLERANCJA WYNIKÓW POMIARÓW TESTU KONTROLNEGO	16
4. WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW	16
5. DOKUMENTY ODNIESIENIA	16

PROCEDURA BADAWCZA		<i>PB – 23</i>	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	<i>Egz. nr</i>	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	<i>Wydanie</i>	02
		<i>Aktualizacja</i>	

1. CEL PROCEDURY

Celem procedury jest zapewnienie poprawności, wiarygodności i powtarzalności pomiarów zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA

Przedmiotem procedury jest sposób postępowania przy wykonywaniu pomiarów zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych.

3. SPOSÓB POSTĘPOWANIA

3.1. Obiekty badań

Obiektami badań są autobusy o napędzie elektrycznym.

3.2. Miejsce i warunki badań

3.2.1. Miejsce badań

1. Płaski odcinek drogi o dobrej nawierzchni bez dziur i wypukłości umożliwiający wykonanie pełnego cyklu badań.
2. Nachylenie odcinka drogi wybranego do testów nie powinno przekroczyć 1,5 %.
3. W przypadku, gdy test nie jest wykonywany na torze kołowym, przejazdy powinny być wykonane w obie strony. Wyniki uzyskane podczas przejazdów w obie strony prezentowane są, jako wartości średnie.
4. Długość trasy powinna umożliwić wykonanie pełnego cyklu.
5. Zalecany promień zakrętów na torze kołowym wynosi 500 m.
6. Wybór miejsca badań, pod warunkiem spełnienia kryteriów podanych w pkt. 1 + 5, należy do Zamawiającego.
7. Długość odcinka testowego powinna być wyznaczona z dokładnością nie mniejszą niż 0,5 m.

3.2.2. Warunki pogodowe

1. Prędkość wiatru nie powinna przekraczać 3 m/s. Dopuszczalne są krótkotrwałe porywy wiatru do 8 m/s.
2. Temperatura powietrza podczas wykonania badań powinna zawierać się w przedziale 0 + 30 °C. W przypadku wykonania badań porównawczych temperatura nie powinna różnić się o wartość ± 5 °C od temperatury, w której wykonano poprzedni test.
3. Wilgotność powietrza nie powinna przekraczać 95 %.

PROCEDURA BADAWCZA		<i>PB – 23</i>	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	<i>Egz. nr</i>	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	<i>Wydanie</i>	02
		<i>Aktualizacja</i>	

4. Ciśnienie atmosferyczne opisane jest normą DIN 70030-1:1990 [1]. Mierzona jest temperatura otoczenia i ciśnienie atmosferyczne. Dane te pozwalają obliczyć gęstość powietrza zgodnie z odpowiednim wzorem. Wynik powinien mieścić się w marginesie $\pm 7,5$ % w stosunku do ciśnienia atmosferycznego wynoszącego 1 bar.

3.3. Aparatura pomiarowa i wielkości mierzone

Aparatura pomiarowa używana do wykonywania badań powinna posiadać aktualne świadectwa wzorcowania w odniesieniu do wzorców państwowych przez zachowanie ciągłości łańcucha pomiarowego. Wymagana dokładność pomiaru i rodzaj mierzonych wielkości podano poniżej:

- prędkość $v \pm 0,5$ %;
- droga $s \pm 0,2$ %;
- czas $t \pm 0,5$ %;
- prąd elektryczny $I \pm 0,5$ %;
- napięcie elektryczne $U \pm 0,5$ %.

Rejestracja wielkości mierzonych powinna odbywać się synchronicznie z częstotliwością próbkowania nie mniejszą niż 100 Hz.

3.4. Zdefiniowanie metody pomiaru i wielkości mierzonych

Pomiary zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych wykonywane jest podstawowo w odniesieniu do metodyki opisanej w standardzie SORT (ang. Standardised On-Road Test) opracowanego przez UITP (fr. Union Internationale des Transports Publics) 2014 [2].

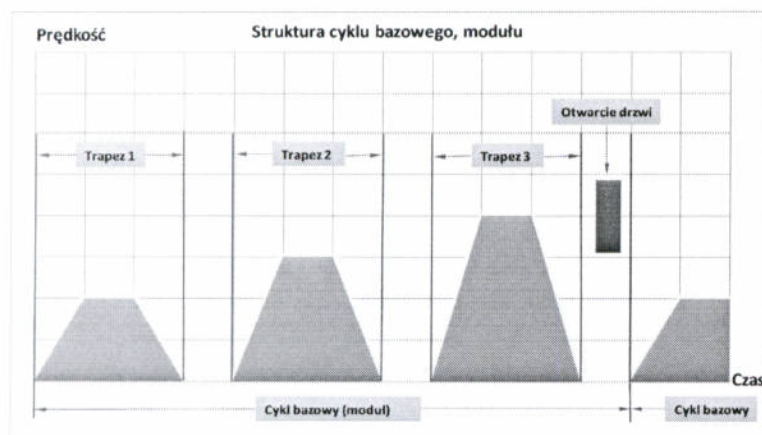
PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

3.4.1. Cykle bazowe

Cykle bazowe SORT to sposób jazdy na zadanym odcinku drogi charakteryzujący się następującymi cechami:

- osiągnięcie zadanej prędkości z minimalnym określonym przyspieszeniem w odniesieniu do wyznaczonych charakterystycznych punktów drogi;
- jazdy ze stałą prędkością;
- hamowaniem ze stałym określonym opóźnieniem;
- postojem w określonym czasie.

Strukturę cyklu bazowego SORT przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1. Struktura cyklu bazowego SORT.

Rozróżnia się trzy cykle SORT, których parametry zestawiono w Tabeli 1:

- SORT 1 – trudne warunki miejskie;
- SORT 2 – łatwe warunki miejskie;
- SORT 3 – łatwe warunki pozamiejskie.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

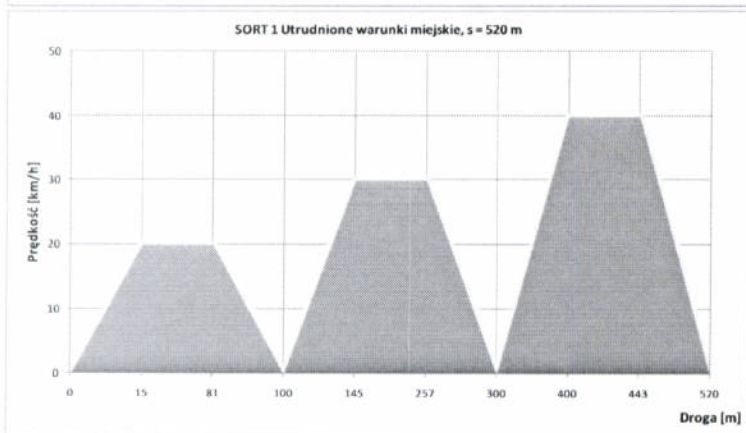
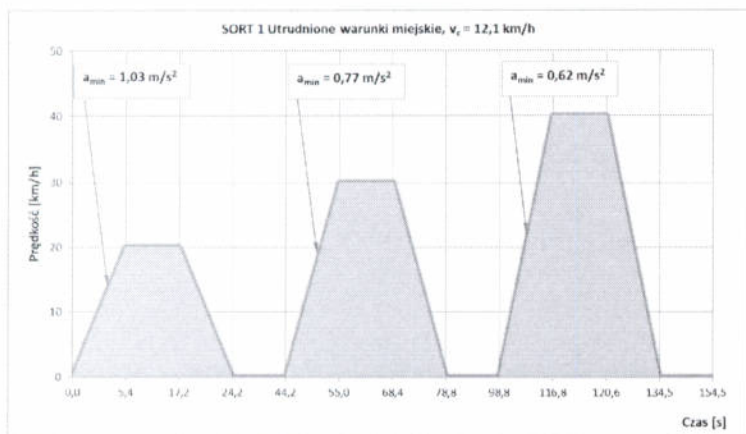
Tabela. 1. Parametry cykli SORT.

Parametr	SORT 1	SORT 2	SORT 3
Prędkość średnia V_c (km/h)	12,1	18	25,3
Liczba zatrzymań na kilometr	5,8	3,3	2,1
Czas zatrzymań [%]	39,7	33,4	20,1
Trapez 1 stała prędkość [km/h] / długość [m]	20/100	20/100	30/200
Minimalne przyspieszenie [m/s^2]	1,03	1,03	0,77
Trapez 2 stała prędkość [km/h] / długość [m]	30/200	40/220	50/600
Minimalne przyspieszenie [m/s^2]	0,77	0,62	0,57
Trapez 3 stała prędkość [km/h] / długość [m]	40/220	50/600	60/650
Minimalne przyspieszenie [m/s^2]	0,62	0,57	0,46
Czasy zatrzymań [s]	20/20/20	20/20/20	20/10/10
Droga całkowita s [m]	520	920	1 450
Opóźnienie hamowania [m/s^2] (dla wszystkich trapezów)	0,8	0,8	0,8
Czas obliczeniowy [s]	154,5	183,9	206,2

Test według cyklu SORT 1, w którym droga wynosi 520 m, należy wykonać przynajmniej dwa razy pod rząd (droga 1 040 m).

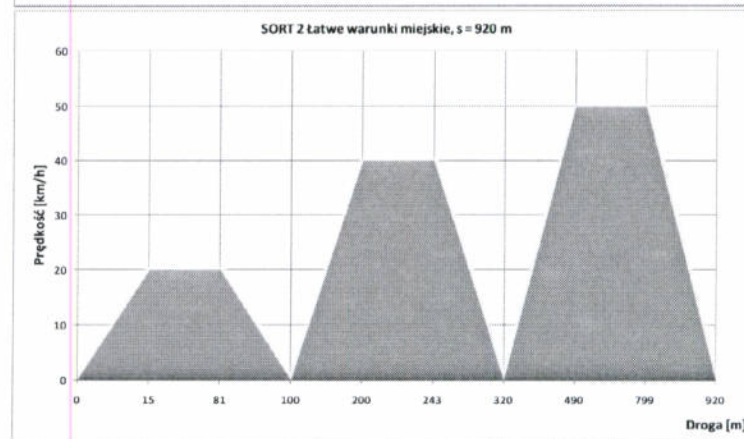
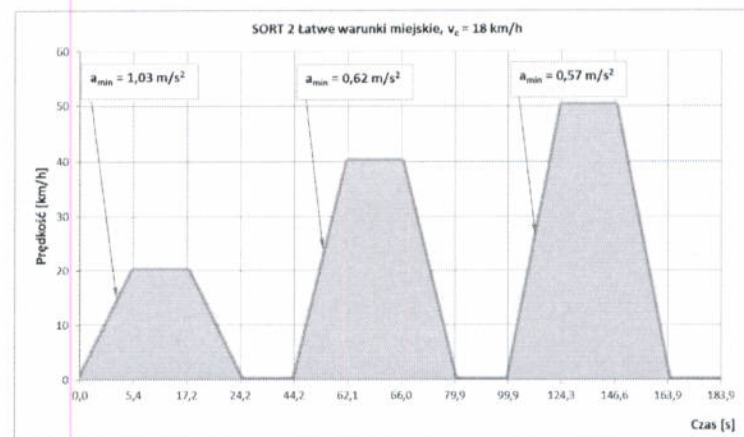
Graficzna prezentacja sposobu jazdy w cyklach SORT została przedstawiona na Rys. 2 + 4.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	



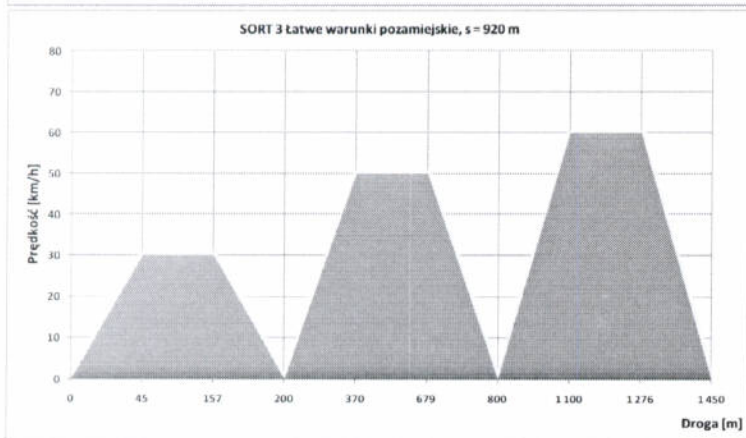
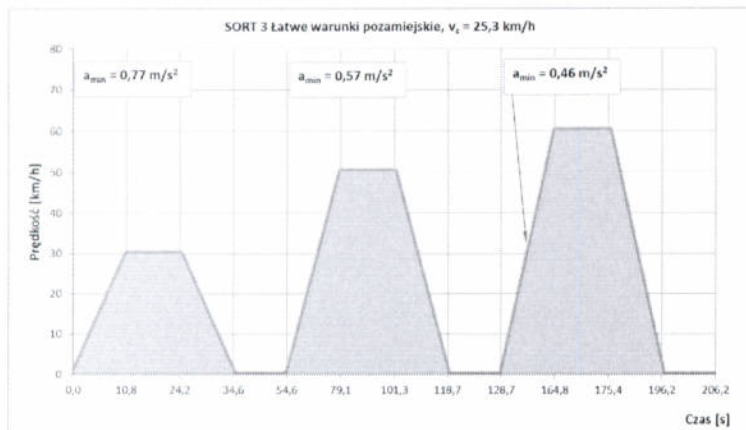
Rys. 2. Struktura cyklu SORT 1.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	



Rys. 3. Struktura cyklu SORT 2.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	



Rys. 4. Struktura cyklu SORT 3.

Zestawienie czasów obliczeniowych, przebytej drogi i prędkości poszczególnych cykli zamieszczono w Tabeli 2.

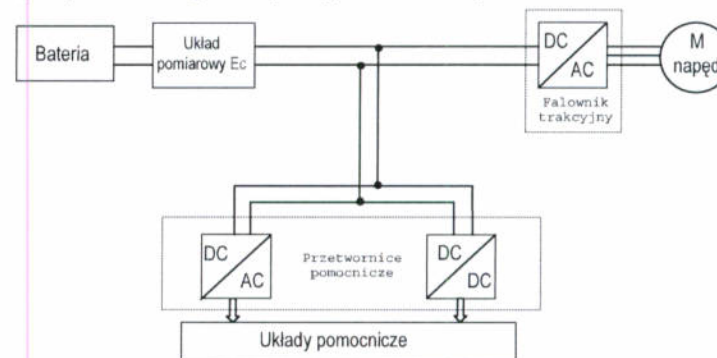
PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

Tabela. 2. Zestawienie obliczeniowych czasów, przebytej drogi i prędkości cykli SORT.

SORT 1			SORT 2			SORT 3		
t	s	v	t	s	v	t	s	v
[s]	[m]	[km/h]	[s]	[m]	[km/h]	[s]	[m]	[km/h]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,4	15	20	5,4	15	20	10,81	45	30
17,22	80,7	20	17,22	80,7	20	24,21	156,6	30
24,17	100	0	24,17	100	0	34,63	200	0
44,17	100	0	44,17	100	0	54,63	200	0
54,98	145	30	62,13	200	40	79,05	370	50
68,38	256,6	30	65,98	242,8	40	101,33	679,4	50
78,8	300	0	79,87	320	0	118,69	800	0
98,8	300	0	99,87	320	0	128,69	800	0
116,76	400	40	124,29	490	50	164,81	1100	60
120,61	442,8	40	146,57	799,4	50	175,39	1276,4	60
134,5	520	0	163,93	920	0	196,22	1450	0
154,5	520	0	183,93	920	0	206,22	1450	0

3.4.2. Sposób pomiaru energii elektrycznej

Miejsca pomiaru energii elektrycznej pokazano na Rys. 5.



Rys. 5. Miejsca pomiaru energii elektrycznej.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „LABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

Energia elektryczna całkowita E_c pobierana przez pojazd jest sumą energii pobieranej z baterii E_z i energii E_0 oddawanej podczas procesu rekuperacji zgodnie z niżej wymienioną zależnością:

$$E_c = E_z + \eta * E_0 \quad (1)$$

gdzie:

E_z – energia elektryczna pobierana z baterii [VAs];

E_0 – energia elektryczna oddawana do baterii [VAs];

η – sprawność energetyczna ładowania akumulatorów, wartość podana przez producenta akumulatorów, w przypadku braku danych przyjmuje się wartość 80 %, z podaniem tej informacji w sprawozdaniu z badań.

Energia elektryczna E_z pobierana z baterii obliczana jest z zależności:

$$E_z = \sum_{t=0}^n U_z * I_z * \Delta t \quad (2)$$

gdzie:

U_z – napięcie na wyjściu z baterii [V];

I_z – prąd pobierany z baterii (ze znakiem dodatnim) [A];

Δt – odstęp czasu próbkowania [s];

n – liczba próbek obliczana, jako iloraz czasu przez częstotliwość próbkowania dla prądu wypływającego z baterii (ze znakiem dodatnim).

Energia elektryczna E_0 oddawana do baterii obliczana jest z zależności:

$$E_0 = \sum_{t=0}^n U_0 * I_0 * \Delta t \quad (3)$$

gdzie:

U_0 – napięcie na wyjściu z baterii [V];

I_0 – prąd wpływający do baterii (ze znakiem ujemnym) [A];

Δt – odstęp czasu próbkowania [s];

n – liczba próbek obliczana, jako iloraz czasu przez częstotliwość próbkowania dla prądu wpływającego do baterii (ze znakiem ujemnym).

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „LABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

Wyznaczenie bilansu energii elektrycznej całkowitej E_B oblicza się z poniższej zależności:

$$E_B = \frac{E_c}{1000 * 3600 * S_n} \quad (4)$$

gdzie:

E_B – bilans energii elektrycznej całkowitej [kWh/km];

S_n – długość cyklu sort [km].

3.5. Przygotowanie autobusu do badań

Autobus dostarczony do badań musi być zgodny z Dyrektywą 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 5 września 2007 r. [3] ustanawiającą ramy homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów („dyrektywa ramowa”) oraz danymi zawartymi w załączniku III do ww. dyrektywy „Dokument informacyjny do celów homologacji typu WE pojazdów”.

3.5.1. Ustalenie masy obciążenia autobusu do badań

Jazdę testową wykonuje się z masą obciążenia C_L , według poniższej zależności:

$$C_L = \frac{C_s * 68}{2} \quad (5)$$

gdzie:

C_L – masa obciążenia;

C_s – suma miejsc siedzących i stojących.

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w załączniku 11 dokumentu [4] do obliczeń przyjmuje się, że masa jednego pasażera wynosi 68 kg. Liczba miejsc siedzących i stojących przyjmuje się ze specyfikacji pojazdu.

3.5.2. Niezbędne wyposażenie autobusu

Niezbędne wyposażenie autobusu określone jest w rozdziale 5 „Warunki dodatkowe dla autobusu” ustawy Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 22 sierpnia 2013 r. (Dz. U. 2013 poz. 951) [5]. Masa niezbędnego wyposażenia stanowi składnik masy autobusu gotowego do jazdy.

PROCEDURA BADAWCZA		<i>PB – 23</i>	
<i>Institu Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań</i>	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	<i>Egz. nr</i>	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	<i>Wydanie</i>	02
		<i>Aktualizacja</i>	

Zewnętrzne wyświetlacze numeru linii i kierunku traktowane są, jako wyposażenie standardowe.

3.5.3. Sprzęt, który powinien być odliczony od masy obciążenia autobusu

Pojazd jest testowany bez niestandardowego bądź nieobowiązkowego w Polsce wyposażenia. Jednakże, jeśli pojazd testowy jest wyposażony w takie urządzenia, ich masa jest odliczona od obciążenia C_L , w tym:

- klimatyzacja: dodatkowe wyposażenie nie będące częścią systemu grzewczego lub wentylacji (np. sprężarki, silniki itp.), które uważane są za wyposażenie standardowe. Chodzi tu zarówno o klimatyzację w kabinie kierowcy, jak i w części pasażerskiej oraz dodatkowe ogrzewanie dachowe; jeśli klimatyzacja jest zainstalowana, to pasek napędzający sprężarkę może zostać zdjęty, aby uniknąć jakiegokolwiek wpływu na pomiar;
- różne urządzenia wewnętrzne: automatyczny system monitorowania pojazdów (AVMS), kasowniki, biletomaty, systemy informacji pasażerskiej, kamery monitorujące, systemy łączności i nawigacja, itp.
- ekrany bezpieczeństwa dla kierowcy;
- urządzenia smarujące;
- urządzenia systemu ogniw fotowoltaiczne.

3.5.4. Rozgrzanie pojazdu

Pojazd przed przystąpieniem do testu powinien być „rozgrzany” (oleje, smary i inne). Dystans do przejechania oraz sposób „rozgrzewania” autobusu określa producent pojazdu. Jeśli taki sposób nie jest określony przyjmuje się, że autobus jest rozgrzany po przejechaniu 5 km.

3.5.5. Naładowanie akumulatorów

Poziom naładowania akumulatorów w momencie przystąpienia do testu nie powinien przekraczać 90 %.

3.5.6. Zbiorniki powietrza

Każdy kolejny cykl pomiarowy może być realizowany po całkowitym napełnieniu zbiorników powietrza, kiedy sprężarka już nie pracuje. Włączenie się sprężarki w trakcie cyklu jest stanem normalnym i nie dyskwalifikuje realizowanego pomiaru.

PROCEDURA BADAWCZA		<i>PB – 23</i>	
<i>Institu Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-055 Poznań</i>	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	<i>Egz. nr</i>	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	<i>Wydanie</i>	02
		<i>Aktualizacja</i>	

3.5.7. Drzwi

W trakcie cyklu pomiarowego, po zrealizowaniu trzeciego „trapezu”, kiedy autobus zatrzyma się, jedne drzwi dwuskrzydłowe mają zostać całkowicie otwarte, a następnie niezwłocznie zamknięte – działanie to odpowiada postojowi na przystanku. System przykłąku oraz rampa w trakcie pomiarów nie są używane.

3.5.8. Inne elementy pojazdu

Podczas testów powinny być wyłączone następujące układy:

- układ ogrzewania i wentylacji;
- układ oświetlenia wewnętrznego;
- systemy ABS/ASR.

Opony używane podczas testów nie powinny być bieżnikowane, standardowe dla typu pojazdu; ciśnienie w oponach powinno być zgodne z zaleceniami producenta, głębokość bieżnika nie powinna być mniejsza niż 80 % nowej opony. Płyny różnego zastosowania powinny być uzupełnione do pełna. Światła mijania lub do jazdy dziennej powinny być załączone. Przebieg w ciągu 7 dni poprzedzających test powinien wynosić nie mniej niż 300 km. Przebieg pojazdu testowanego powinien wynosić nie mniej niż 20 000 km. Testy można wykonać z przebiegiem mniejszym niż zalecany z zastrzeżeniem, że rozstrzygające są wyniki dla testu wykonanego z przebiegiem większym niż 20 000 km.

3.6. Proces pomiaru

W celu zapewnienia maksymalnej powtarzalności wyników pomiarów, w przypadku wyposażenia autobusów w ogniwa fotowoltaiczne, testy wykonuje się po ich odłączeniu.

Pomiary zużycia energii elektrycznej wykonuje się dla nie mniej niż 6 cykli bazowych (w przypadku wykonywania pomiarów na odcinkach prostych nie mniej niż 6 cykli bazowych w każdą stronę). Parametry jazdy powinny spełniać poniższe wymagania:

- tolerancja prędkości docelowej w każdym trapezie: ± 1 km/h;
- maksymalne dopuszczalne odchylenie prędkości jazdy przy przejściach z fazy przyśpieszenia do fazy jazdy ze stałą prędkością: + 3 km/h;
- maksymalna przerwa pomiędzy kolejnymi pomiarami: 10 min;

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-035 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

Za miarodajne uznaje się wyniki, gdy dla 3 pomiarów bilansu energii elektrycznej E_B spełniony jest następujący warunek:

$$\delta < 2 \% \quad (6)$$

gdzie:

δ – różnica względna bilansu zużycia energii elektrycznej E_B ;

Różnica względna δ bilansu zużycia energii elektrycznej obliczana jest z zależności:

$$\delta = \frac{E_{Bmax} - E_{Bmin}}{E_{Bmax}} * 100 \% \quad (7)$$

gdzie:

E_{Bmax} – maksymalne zużycie energii w cyklu;

E_{Bmin} – minimalne zużycie energii w cyklu.

Wartość średnia z pomiarów spełniających kryterium określone zależnością (7) uznaje się za wynik bilansu zużycia energii elektrycznej:

$$\overline{E_B}, \text{ dla 3 wyników } E_B \text{ spełniających warunek (6)} \quad (8)$$

W przypadku przejazdów wykonywanych w dwóch kierunkach po torze prostym, za wynik bilansu zużycia energii elektrycznej uznaje się wartość średnią dla 6 przejazdów (po 3 w każdą stronę) spełniających kryterium (6).

3.7. Opracowanie wyników badań

Wyniki pomiarów przedstawia się w sprawozdaniu z badań.

Sprawozdanie powinno zawierać informacje zawarte w protokołach z pomiarów, których wzory stanowią Załączniki Nr 1 i 2 do niniejszej procedury. Wartości bilansu zużycia energii elektrycznej E_B uzyskane dla danego kierunku, zamieszczane w Załączniku Nr 2 powinny być uszeregowane w porządku rosnącym. Ponadto sprawozdanie powinno zawierać graficzną prezentację wyników wybranych do obliczenia $\overline{E_B}$ w postaci wykresów: $v = f(t)$, $v = f(s)$, $E_c = f(t)$.

PROCEDURA BADAWCZA		PB – 23	
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” ul. Warszawska 181 61-035 Poznań	Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych	Egz. nr	
	Badania zużycia energii elektrycznej autobusów elektrycznych	Wydanie	02
		Aktualizacja	

3.8. Tolerancja wyników pomiarów testu kontrolnego

Zgodnie z zapisami procedury SORT, maksymalna różnica względna zużycia energii elektrycznej autobusu określona przez producenta, a wynikami testu kontrolnego, nie może przekraczać 5 %. Różnica ta wynika z następujących uwarunkowań:

- dokładności przyrządów pomiarowych;
- tolerancji kompletnego układu napędowego (przebiegu autobusu, wpływu opon);
- zewnętrznych warunków testu (temperatura zewnętrzna, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność, prędkość wiatru, stan nawierzchni drogi, itp.).

4. WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik Nr 1. Protokół z testów

Załącznik Nr 2. Wyniki pomiarów

5. DOKUMENTY ODNIESIENIA

- [1] DIN 70030-1:1990 Ermittlung des Kraftstoffverbrauches Personenkraftwagen, März 1990
- [2] UITP PROJECT 'SORT' STANDARDISED ON-ROAD TEST CYCLES, International Association of Public Transport, Wersja angielska, wydanie z roku 2014;
- [3] Dyrektywa 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 września 2007 r. ustanawiająca ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów („dyrektywa ramowa”),
- [4] Addendum 106: Regulation No. 107, UNITED NATIONS, wersja angielska wydanie z dnia 8 grudnia 2014 r.
- [5] Dziennik Ustaw Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 22 sierpnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz. U. 2013, poz. 951).

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 1	do: PB – 23	Aktualizacja	

Protokół z testów

Data testu	
Czas rozpoczęcia testu	
Czas zakończenia testu	
Miejsce testu	
Institucja wykonująca pomiary	

A. Zewnętrzne warunki testu (informacyjnie)

1. Warunki drogowe

Lp.	Pozycja	Opis / wartość	Jednostka
1.1	Stan nawierzchni		
1.2	Maksymalne nachylenie wzdłużne		[%]
1.3	Wysokość trasy n.p.m.		[m]
1.4	Minimalny promień		[m]
1.5	Długość trasy		[m]

2. Warunki pogodowe

Lp.	Pozycja	Wartość		Jednostka
		Początek testu	Koniec testu	
2.1	Prędkość wiatru			[m/s]
2.2	Temperatura			[°C]
2.3	Wilgotność			[%]
2.4	Ciśnienie atmosferyczne			[bar]

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 1	do: PB – 23	Aktualizacja	

B. Budowa pojazdu

1. Charakterystyka pojazdu

1.1. Typ wymiary i masy

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.1.1.	Typ pojazdu		
1.1.2.	Długość (L)		[m]
1.1.3.	Szerokość (W)		[m]
1.1.4.	Wysokość (H)		[m]
1.1.5.	Masa pustego pojazdu		[kg]
1.1.6.	Dopuszczalna masa całkowita		[kg]
1.1.7.	Przebieg		[km]

1.2. Silnik trakcyjny

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.2.1.	Producent i typ		
1.2.2.	Moc znamionowa		[kW]
1.2.3.	Napięcie znamionowe		[VAC]
1.2.4.	Prąd znamionowy		[A]
1.2.5.	Masa		[kg]

1.3. Skrzynia biegów

Lp.	Parametr	Opis
1.3.1.	Producent i typ	
1.3.2.	Przełożenia	

1.4. Most napędowy

Lp.	Parametr	Opis
1.4.1.	Producent i typ	
1.4.2.	Przełożenia	

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 1	do: PB-23	Aktualizacja	

1.5. Opony

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.5.1.	Producent i typ		
1.5.2.	Rozmiary (koła osi przedniej)		[mm]
1.5.3.	Rozmiary (koła osi środkowej)		[mm]
1.5.4.	Rozmiary (koła osi tylnej)		[mm]
1.5.5.	Nominalne ciśnienie osi przedniej		[bar]
1.5.6.	Nominalne ciśnienie osi środkowej		[bar]
1.5.7.	Nominalne ciśnienie osi tylnej		[bar]
1.5.8.	Głębokość bieżnika dla nowych opon		[mm]
1.5.9.	Zmierzona głębokość bieżnika		[mm]

1.6. Bateria układu napędowego

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.6.1.	Producent i typ		
1.6.2.	Ilość akumulatorów		[szt.]
1.6.3.	Napięcie znamionowe		[V]
1.6.4.	Prąd znamionowy		[A]
1.6.5.	Pojemność		[Ah]
1.6.6.	Energia		[kW/h]
1.6.7.	Masa łączna		[kg]
1.6.8.	Sprawność ładowania		[-]
1.6.9.	Naładowanie przed pomiarami		[%]
1.6.10.	Naładowanie po pomiarach		[%]

1.7. Akumulatory instalacji elektrycznej 24 V

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.7.1.	Producent i typ		
1.7.2.	Ilość baterii		[szt.]
1.7.3.	Nominalne napięcie		[V]
1.7.4.	Pojemność łączna		[Ah]
1.7.5.	Masa łączna		[kg]

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 1	do: PB-23	Aktualizacja	

1.8. Superkondensator

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.8.1.	Producent i typ		
1.8.2.	Pojemność		[F]

1.9. Falownik trakcyjny

Lp.	Parametr	Opis / wartość	Jednostka
1.9.1.	Producent i typ		
1.9.2.	Moc znamionowa		[kW]
1.9.3.	Napięcie zasilania		[VDC]
1.9.4.	Masa		[kg]

1.10. Wyposażenie pozostałe

Lp.	Parametr	Opis
1.10.1.	Liczba drzwi	
1.10.2.	Retarder	
1.10.3.	Klimatyzacja	
1.10.4.	Inne	

1.11. Wyposażenie opcjonalne

Lp.	Nazwa	Masa	Jednostka
1.11.1.	Klimatyzacja		[kg]
1.11.2.	Biletomaty (wylączając urządzenia mocujące)		[kg]
1.11.3.	Autonomiczny system monitorowania pojazdu (AVM)		[kg]
1.11.4.	Sprzęt informacyjny		[kg]
1.11.5.	Kabina kierowcy typu chronionego		[kg]
1.11.6.	Dodatkowa masa podwójnej szyby		[kg]
1.11.7.	Sprzęt do smarowania		[kg]
1.11.8.	Urządzenia systemu ogniwo fotowoltanicznych		[kg]
1.11.9.	Inne		[kg]
1.11.10.	Łączna masa wyposażenia opcjonalnego		[kg]

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 1	do: PB – 23	Aktualizacja	

1.12. Masa pojazdu do testu

Lp.	Parametr	Wartość	Jednostka
1.12.1.	Masa pojazdu z kierowcą		[kg]
1.12.2.	Masa C_L		[kg]
1.12.3.	Masa wyposażenia opcjonalnego		[kg]
1.12.4.	Obliczona masa pojazdu do testu (poz. 1 + poz. 2 – poz. 3)		[kg]
1.12.5.	Masa zmierzona		[kg]

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych		Typ	Inny załącznik
Zal. nr 2	do: PB – 23	Aktualizacja	

Wyniki pomiarów

1. Zużycie energii elektrycznej dla pojedynczego cyklu SORT

Kierunek jazdy I			
Cykl Nr	Energia pobrana E_z [kWh]	Energia oddana $\eta \cdot E_0$ [kWh]	Energia całkowita E_c [kWh]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
...			
Kierunek jazdy II			
Cykl Nr	Energia pobrana E_z [kWh]	Energia oddana $\eta \cdot E_0$ [kWh]	Energia całkowita E_c [kWh]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
...			

2. Bilans energii elektrycznej obliczony wg pkt. 3.6 procedury

Lp.	Cykl bazowy	Energia elektryczna $\overline{E_B}$ [kWh/km]
1	SORT 1	
2	SORT 2	
3	SORT 3	

<i>Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych</i>		<i>Typ</i>	<i>Inny załącznik</i>
<i>Zal. nr 2</i>	<i>do: PB – 23</i>	<i>Aktualizacja</i>	

3. Parametry cykli bazowych dla pomiarów obliczonych wg pkt. 3.6 procedury

Lp.	Cykl bazowy	Średnia droga [m]	Średni czas [s]	Średnia prędkość [km/h]
1	SORT 1			
2	SORT 2			
3	SORT 3			

4. Aparatura pomiarowa

Lp.	Nazwa	Producent	Typ	Nr fabryczny	Wielkość mierzona	Dokładność
1						
2						
3						
...						