

Arkadiusz Małek, Marek Ogrodnik

Metody badań autonomii pojazdów elektrycznych

JEL: L62. DOI: 10.24136/atest.2018.348.

Data zgłoszenia: 7.10.2018. Data akceptacji: 19.11.2018.

W artykule omówiono różne rodzaje badań autonomii pojazdów elektrycznych. Dokonano podziału tychże badań na laboratoryjne i drogowe oraz dokładnie je opisano. Płyne z nich wniosek o użyteczności wybranych rodzajów badań do wielkości badanych pojazdów: osobowych, dostawczych, ciężarowych i autobusów. W części badawczej przedstawiono badania drogowe zasięgu prototypowego pojazdu Ursus Elvi.

Słowa kluczowe: pojazd elektryczny, pojazd autonomiczny, testy drogowe.

Wstęp

Na ulicach wielu krajów świata, w tym także Polski, coraz częściej możemy zobaczyć pojazdy elektryczne. Są to zarówno małe pojazdy dwukołowe w postaci motorowerów lub motocykli, samochody osobowe i dostawcze, jak i autobusy i pojazdy ciężarowe. Ewidentne zalety pojazdów elektrycznych, w postaci braku emisji spalin do atmosfery i hałasu, przeznaczą je zwłaszcza do ekologicznej jazdy miejskiej. Jeszcze kilka lat temu jazda miejska była jedynym przeznaczeniem pojazdów elektrycznych, ze względu na zasięg montowanych baterii trakcyjnych. Duży i szybki postęp w nauce w tym obszarze znalazł szybkie ścieżki komercjalizacji i spowodował dostępność rynkową baterii trakcyjnych o coraz większej pojemności energetycznej, coraz mniejszej objętości i masie, a przy tym w coraz niższych cenach. Oferowane w chwili obecnej na rynku pojazdy elektryczne charakteryzują się autonomią wynoszącą ponad 200 km. Niektóre z samochodów osobowych mają zasięg przekraczający ponad 500 km. Na rynku oferowane są również systemy ładowania baterii prądem stałym, ładowarkami o mocy nawet 150 kW, które są w stanie naładować do pełna baterie samochodu osobowego w mniej niż pół godziny [9]. Taki zasięg pojazdów elektrycznych, w połączeniu z techno-

logią szybkiego ładowania, zapewnia właściwie nieograniczone możliwości podróżowania samochodem elektrycznym po całej Europie, USA lub innych krajach posiadających infrastrukturę ich ładowania.

1. Rozwój rynku pojazdów elektrycznych i infrastruktury ich ładowania

Z roku na rok liczba sprzedawanych na świecie pojazdów elektrycznych rośnie w bardzo dużym tempie. O wielkości rynku mogą świadczyć liczby sprzedanych aut w poszczególnych segmentach.

W USA w 2017 r. sprzedano prawie 200 tys. samochodów elektrycznych i hybrydowych z możliwością zewnętrznego ładowania (EV/PHEV) [4]. Jak wynika z raportu Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych (orpa.pl), w 2017 r. w UE sprzedano 216 566 EV. W Polsce z salonów w 2017 r. wyjechało 1 068 EV.

Coraz większa liczba pojazdów elektrycznych na rynku europejskim i polskim wymaga odpowiedniej infrastruktury ich ładowania. Mowa tu nie tylko o odpowiedniej liczbie ładowarek poszczególnych typów, ale i o właściwym ich umiejscowieniu przy dużych szlakach komunikacyjnych.

W chwili obecnej w Europie Zachodniej najpopularniejsze są szybkie ładowarki o mocy 40 kW (patrz fot. 1). Oferują one możliwość ładowania w 3 trybach [9]:

- ◆ AC wtyczką typu 2;
- ◆ DC wtyczką typu CCS;
- ◆ DC wtyczką typu Chademo.

Kwestią nie do końca rozwiązaną i uregulowaną prawnie jest pozyskiwanie energii do ładowania pojazdów elektrycznych. Energia ta w różnych krajach pochodzi z różnych źródeł. W krajach Europy Zachodniej od wielu lat inwestuje się w produkcję energii elektrycznej z OZE. Najprostszym i najbardziej efektywnym sposobem jest ładowanie pojazdów elektrycznych z systemów fotowoltaicznych [1, 6] – fot. 2.



Fot. 1. Szybkie ładowanie pojazdu w trybie CCS

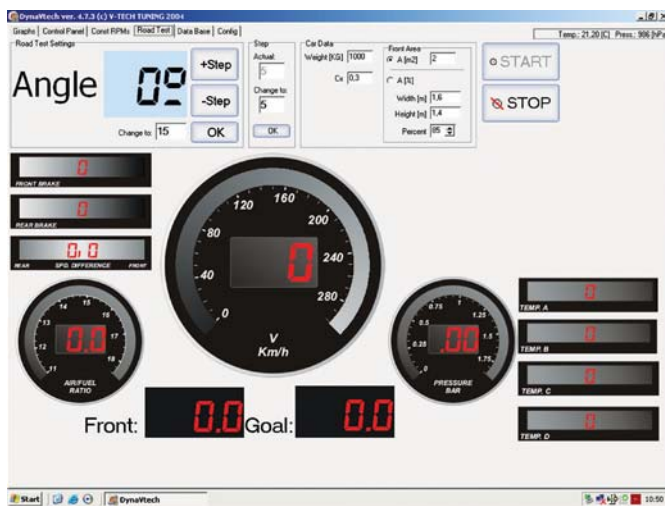


Fot. 2. Wolne ładowanie pojazdu z carportu fotowoltaicznego

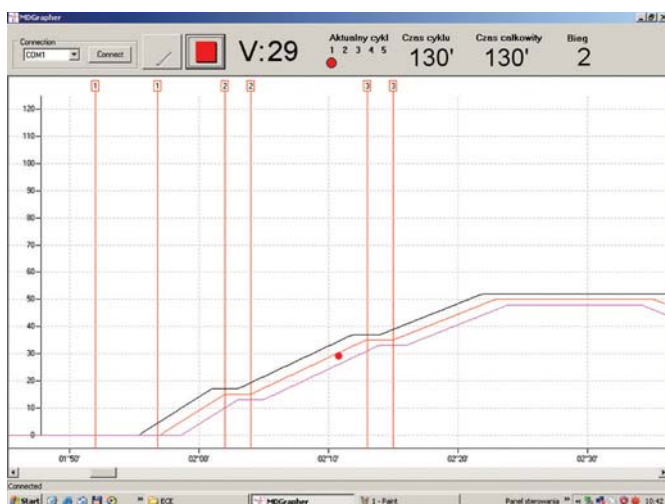
2. Rodzaje badań autonomii pojazdów elektrycznych

2.1. Test w warunkach laboratoryjnych NEDC

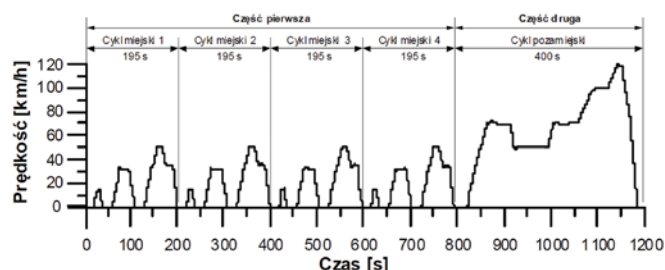
Badania autonomii EV w warunkach laboratoryjnych odbywają się na hamowni podwoziowej, na której odwzorowuje się warunki ruchu związane ze współpracą kół napędowych z nawierzchnią drogi oraz z oporami jazdy. Autor w badaniach wykorzystywał hamownię podwoziową firmy V-Tech. Jest to hamownia jednoosiowa z hamulcem elektrowirowym. Silnik obciążany jest za pośrednictwem: hamulca elektrowirowego, masy rolek, oporów



Rys. 1. Okno programu DynaV-Tech, tryb pracy – hamowanie obciążeniowe z symulacją oporów jazdy
Źródło: oprac. własne.



Rys. 3. Okno systemu nadzorczo testu NEDC
Źródło: oprac. własne.



Rys. 3. Przebieg testu NEDC

toczenia oraz oporów mechanizmu napędowego. Jedną z funkcji hamowni podwoziowej jest tzw. cykl jezdny (*Road test*). Umożliwia on hamowanie obciążeniowe z symulacją oporów powietrza, oporów toczenia i oporów bezwładności pojazdu, co stanowi odwzorowanie rzeczywistych oporów ruchu występujących na drodze. W myśl Regulaminu 83 EKG ONZ hamownia wyposażona w taki moduł stanowi tzw. hamownię podwoziową ze stałą krzywą oporów i po przeprowadzeniu odpowiedniego wzorcowania może być użyta ona do realizacji testów jezdnych NEDC (*New European Drive Cycle*). W oknie programu (na rys. 1) widnieją pola, w których wpisuje się m.in. masę pojazdu, współczynnik oporów powietrza i pole powierzchni czołowej pojazdu. Wpisując odpowiednie wartości tych parametrów, dokonuje się wzorcowania hamowni podwoziowej.

System nadzorczy testu służy do zadawania odpowiedniej prędkości pojazdu. Jest to *software* napisany w języku C++; wyświetla on na ekranie monitora żadaną wartość prędkości pojazdu (linia czerwona), odchyłkę górną (linia granatowa), odchyłkę dolną (linia różowa), prędkość rzeczywistą pojazdu (czerwony punkt), a także momenty wysprzęgleń i zmian biegów. Dodatkowo na ekranie jest wyświetlany aktualnie realizowany cykl jezdny i czas jego trwania oraz czas całkowity testu. System ten został zrealizowany zgodnie ze wszystkimi wytycznymi zawartymi w Regulaminie nr 83.

Dla kategorii pojazdów M1 testem homologacyjnym jest badanie ECE opisane w Regulaminie 83 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych. Na hamowni podwoziowej realizowany jest test jezdny NEDC, przedstawiony na rys. 3. Jest on obowiązującym testem jezdny w krajach Unii Europejskiej i do tej pory służył do badania emisji spalin według norm Euro oraz do określenia zużycia paliwa na podstawie emisji CO₂. NEDC jest odpowiedni ze względu na szeroki zakres pracy silnika (od biegu jałowego przez cykle jezdne miejskie aż po cykl poza miejski), jak i dużą powtarzalność obciążeń.

Test jezdny NEDC składa się z 5 cykli, 4 miejskich (UDC – *Urban Drive Cycle*) oraz 1 pozamiejskiego (EUDC – *Extra Urban Drive Cycle*). Rozpoczyna się od rozruchu zimnego silnika. W teście tym samochód przejeżdża drogę około 11 km w czasie 1 180 s ze średnią prędkością 33,6 km/h, osiągając maksymalną prędkość 120 km/h.

Zasięg wybranych pojazdów elektrycznych, badany w teście NEDC i warunkach rzeczywistych, przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Autonomia pojazdów elektrycznych

Marka i model pojazdu	Zasięg NEDC [km]	Zasięg rzeczywisty [km]
Renault Twizy, bateria 6,1 kWh	100	70
Renault Zoe, bateria 41 kWh	400	300
Renault Kangoo Z.E., 33 kWh	270	200
Renault Master Z.E., 33 kWh	200	120
BMW i3, 33,8 kWh (94 Ah)	300	200
Nissan Leaf I, 24 kWh	199	150
Nissan Leaf I, 30 kWh	250	200
Nissan Leaf II, 40 kWh	378	250
Volkswagen e-Golf, 36 kWh	300	200
Tesla Model S 75D, 75 kWh	490	310
Tesla Model S 100D, 100 kWh	632	399
Tesla Model 3, 75 kWh	744	496
Chevrolet Bolt EV, 60 kWh	520	380

Źródło: oprac. własne.

Ze względu na odbiegające od jazdy rzeczywistych wyniki testu NEDC ostatnimi czasy przyjęto zupełnie nową procedurę badawczą o nazwie WLTP (ang. *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure*). WLTP będzie obowiązywać w krajach Unii Europejskiej, Japonii i Indiach, przy czym w Unii Europejskiej producenci pojazdów będą musieli podawać wyniki testu WLTP nie później niż od początku września 2018 r.

2.2. Test w warunkach laboratoryjnych WLTP

Od stycznia 2018 r. rozpoczęto sprzedaż pojazdów homologowanych zgodnie z nową procedurą WLTP. Od września 2018 r. wszystkie samochody sprzedawane przez sieci dilerkie muszą mieć homologację WLTP. Jedyny wyjątek stanowi w tym przypadku określona końcowa partia produkcji samochodów, których sprzedaż może trwać do września 2019 r. Od września 2019 r. przepisami WLTP będą również objęte lekkie pojazdy dostawcze o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t.

Jak się należy spodziewać, w okresie przejściowym zapewne będą podawane wyniki z obydwu testów: NEDC i WLTP.

Dzięki nowej metodzie badania WLTP będzie możliwe uzyskanie zbioru danych bardziej odpowiadającego warunkom jazdy w rzeczywistości. Dotyczyć to będzie zarówno emisji spalin i zużycia paliwa w przypadku pojazdów z silnikami spalinowymi, jak i zużycia energii w przypadku pojazdów elektrycznych. Mówiąc krótko, wynik testu WLTP będzie bliższy wartościom, jakie można osiągnąć w codziennej jeździe.

Na przykład nowy test jest przeprowadzany w szerszym zakresie temperatur, trwa dłużej i obejmuje więcej niż dwukrotność dystansu jazdy testowej w ramach NEDC. Aby dokładniej odzwierciedlić typowe warunki jazdy, nowy cykl testowy obejmuje ostrzejsze przyspieszanie, krótsze przestoje, wyższą średnią prędkość i wyższą prędkość maksymalną [5].

Zamiast zestawiania ze sobą symulowanej jazdy w warunkach miejskich i pozamiejskich, samochód jest teraz testowany w 4 zakresach prędkości. Otrzymane wyniki odzwierciedlają styl jazdy i warunki drogowe. Wartości te uwzględniają również różnice

w wyposażeniu pojazdu, w tym indywidualne opcje dla każdego testowanego modelu.

Na rys. 4 przedstawiono przebiegi testu WLTP dla różnych rodzajów pojazdów. Dla pojazdów osobowych kategorii M i N oraz lekkich pojazdów dostawczych stosowany będzie test Class 3-2 (niebieska linia na rys. 4). Dla porównania zaznaczono (linią niebieską przerywaną) przebieg testu NEDC.

Różnice w obydwu testach są widoczne od pierwszego spojrzenia. WLTP trwa dłużej niż NEDC, pojazd przejeżdża większy dystans z większymi prędkościami. Dodatkowo da się zauważyć większe wartości przyspieszeń i opóźnień podczas jazdy. Niektóre źródła literaturowe dokonują dokładnej analizy porównawczej obydwu testów [2].

2.3. Badania w warunkach drogowych RDE

Pomimo większego rygoru badawczego cykl WLTP pozostaje testem czysto laboratoryjnym. W celu zapewnienia jeszcze bardziej reprezentatywnych wyników wprowadzana jest druga procedura testowa.

Nosi nazwę RDE (ang. *Real Driving Emissions Test*), co oznacza Test Emisji Spalin w Rzeczywistym Ruchu Drogowym. Nakłada ona obowiązek przetestowania samochodów na drodze w warunkach dokładniej odzwierciedlających autentyczne scenariusze na trasie [5].

Test RDE obejmuje pokonywanie wzniesień i zjeżdżanie z nich, jazdę po mieście z małymi prędkościami, jazdę drogami pozamiejskimi ze średnimi prędkościami i szybką jazdę na autostradach. Uwzględnia dodatkowo wysokość nad poziomem morza, na której znajduje się samochód, jego obciążenie i jazdę w różnych temperaturach otoczenia [8].

Wszystkie nowe samochody osobowe i lekkie pojazdy dostawcze będą przechodzić testy RDE od września 2019 r.

2.4. Badania w warunkach drogowych SORT

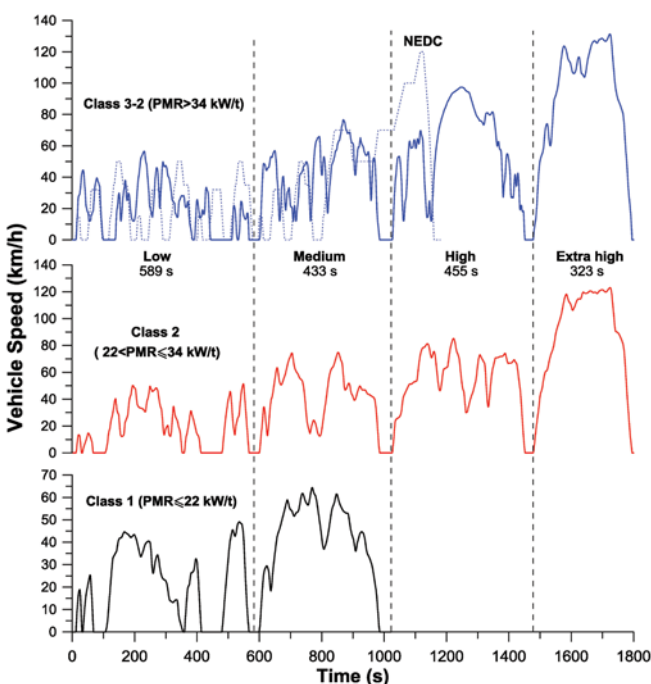
Przejdźmy teraz do badań zasięgu pojazdów elektrycznych w warunkach drogowych. Posłużymy się badaniami powszechnie stosowanymi dla autobusów miejskich, w tym w ostatnim czasie dla autobusów z napędem elektrycznym.

W celu wyznaczenia zasięgu autobusu elektrycznego konieczne było przeprowadzenie odpowiednich badań, które stanowią część badań homologacyjnych. Mają na celu określenie zużycia energii elektrycznej zgromadzonej w bateriach trakcyjnych w przeliczeniu na przejechany kilometr [kWh/km]. Badania takie muszą być wykonane przez akredytowaną jednostkę. Jednym z takich podmiotów jest Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie.

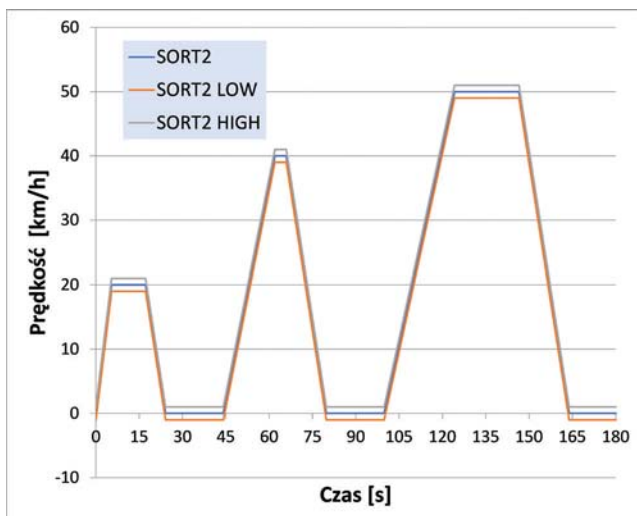
Bardzo często podczas przetargów na zakup autobusów zamykający życzą sobie przeprowadzenia testów SORT. Jest to sposób, by dowiedzieć się, jakie jest rzeczywiste zużycie paliwa czy energii przez pojazd. Dla producenta autobusów jest to dodatkowe zadanie, które wymaga czasu oraz powoduje dodatkowe koszty.

Ale co oznacza skrót SORT? SORT (ang. *Standardised On-Road Test*) to procedura pozwalająca na obliczenie zużycia paliwa i energii w ruchu miejskim. Zasady realizacji testów zostały opracowane przez Światowe Stowarzyszenie Transportu Publicznego (UITP). Okazały się na tyle przydatne i pożyteczne, że są bardzo często wykorzystywane jako jedno z pozacenowych kryteriów przetargowych, zarówno w Polsce, jak i za granicą. Przewoźnik, mając do wyboru kilka ofert pojazdów do zakupu, może porównać ich rzeczywiste zapotrzebowanie na paliwo lub energię elektryczną.

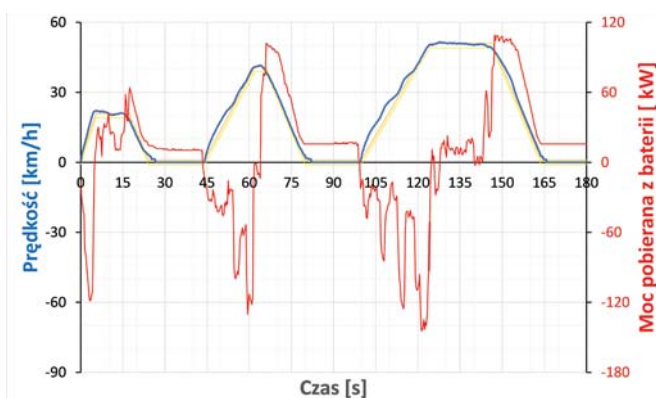
Na rys. 5 przedstawiono przebieg prędkości zadanej w teście SORT. Oznaczono także odchyłkę dolną i górną. Taka mała



Rys. 4. Przebieg prędkości jazdy w teście WLTP [2]



Rys. 5. Przebieg prędkości jazdy w teście SORT
Źródło: oprac. własne.



Rys. 6. Parametry z jazdy testowej autobusu elektrycznego podczas testu SORT
Źródło: oprac. własne.

wartość odchyłki wymaga dużej dokładności odwzorowania testu i nie jest łatwa do realizacji w rzeczywistych warunkach drogowych.

Parametry z jazdy testowej autobusu elektrycznego podczas testu SORT przedstawiono na rys. 6.

Na rys. 6 linią żółtą oznaczono prędkość zadaną, niebieską oznaczono prędkość rzeczywistą, zaś czerwoną moc pobieraną z baterii trakcyjnych pojazdu elektrycznego. Ujemne wartości mocy wskazują na jej pobór, zaś dodatnie na jej odzyskiwanie



Fot. 3. Ursus Elvi w zabudowie kontenerowej

w wyniku rekuperacji energii hamowania. Generowana przez silniki w piastach kół moc pojawia się podczas zmniejszania prędkości i hamowania. Moc pobierana przez silniki elektryczne podczas testu SORT wynosi nawet 140 kW. Maksymalna zarejestrowana moc odzyskiwana podczas przejazdu wynosiła ok. 110 kW.

3. Badania zasięgu prototypu pojazdu elektrycznego Ursus Elvi

3.1. Opis obiektu badań

Obiektem badań był pojazd prototypowy Ursus Elvi, przedstawiony na fot. 3. Jest to pojazd dostawczy o dopuszczalnej masie całkowitej 3,5 t i ładowności 1,2 t. Badany pojazd posiada zabudowę kontenerową, zdolną pomieścić 4 europalety z ładunkiem. Prototyp nr 1 pojazdu został po raz pierwszy przedstawiony na Kongresie 590 w 2017 r.

Pojazd wyposażono w pakiet baterii litowo-jonowych typu NMC o pojemności energetycznej 60 kWh. Pojazd posiada klasyczny układ napędowy z silnikiem synchronicznym z magnesami trwałymi PMSM (ang. *Permanent Magnets Synchronous Motor*) o mocy nominalnej 80 kW.

Dla prototypowego pojazdu rozwinięto tablicę wskaźników, która została pokazana na fot. 4. W centralnej części tablicy znajduje się wyświetlacz aktualnej prędkości jazdy, zarówno w wersji wskazówkowej, jak i cyfrowej. Pod nim znajduje się status układu napędowego DNR (ang. *Drive, Neutral, Reverse*), wskazujący na jazdę do przodu, położenie neutralne i jazdę do tyłu. Po lewej stronie znajduje się stan naładowania baterii, tzw. SOC (ang. *State of Charge*), wyrażony w %. Po prawej stronie widać zaś pobór energii podczas jazdy lub energię uzyskiwaną podczas hamowania rekuperacyjnego, wyrażone w kW.

Badania pojazdu wykonywano wiosenną porą w temperaturze otoczenia ok. 20°C. Przed wykonaniem badań dokonano także sprawdzenia ciśnienia w ogumieniu. Badania wykonano z wyłączoną funkcją odzysku energii podczas hamowania.

3.2. Użyta aparatura

Do wykonania badań zasięgu pojazdu wykorzystano aplikację mobilną działającą w oparciu o moduł GPS (patrz rys. 7). Aplikacja ma możliwość obliczania i rejestrowania prędkości jazdy, przebytej drogi, maksymalnej oraz średniej prędkości.

3.3. Wyniki badań

Badania zasięgu pojazdu prototypowego Ursus Elvi wykonano w warunkach drogowych. Przeprowadzono je w cyklu mieszanym, obejmującym część jazdy w warunkach miejskich, zaś część w warunkach pozamiejskich. Badania wykonano w 2 wariantach obciążenia pojazdu dostawczego. Wariant pierwszy obejmował



Fot. 4. Tablica wskaźników Ursus Elvi



Rys. 7. Okno aplikacji mobilnej Prędkościomierz GPS APK
Źródło: oprac. własne.

pojazd niezaładowany, czyli masę własną pojazdu oraz 2 pasażerów (autorzy artykułu). Wariant drugi obejmował badania pojazdu z dopuszczalną masą całkowitą równą 3,5 t.

Wyniki z jazd przedstawiono w tab. 2. Wartości związane z prędkościami i przebytą drogą uzyskano z opisaną powyżej aplikacji. Dane dotyczące stanu naładowania baterii SOC uzyskano z systemu zarządzania baterią trakcyjną BMS (ang. *Battery Management System*). Następnie rzeczywiste przejechane dystansy na ubytku naładowania baterii odniesiono do wartości SOC = 100% (w celu obliczenia zasięgu maksymalnego).

Badania drogowe zasięgu pojazdu Ursus Elvi potwierdziły dane podawane przez producenta, znajdujące się na oficjalnej stronie internetowej [3].

Podsumowanie

W artykule przedstawiono metody badania zasięgu pojazdów elektrycznych, zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i drogowych. Dopiero wykorzystanie testu NEDC do pomiaru zasięgu pojazdów elektrycznych wykazało ogromne rozbieżności pomiędzy wynikami laboratoryjnymi i rzeczywistymi. Zdaniem autorów wprowadzenie nowych standardów testowania WLTP pozwoli uzyskać bardziej wiarygodne wyniki zasięgu pojazdów elektrycznych.

Badania w warunkach laboratoryjnych pozwalają na powtarzalność i porównywanie osiąganych wyników. Przeprowadzanie takich testów pozwala na unikanie wielu czynników ryzyka związanych z badaniem pojazdów w warunkach drogowych. Jednak do ich przeprowadzenia potrzebna jest hamownia podwoziowa z możliwością zadawania oporów ruchu oraz realizacji cykli jezdnych. W chwili obecnej wiele instytucji badawczych będzie musiało opracować lub zakupić moduł odtwarzania testu WLTP.

Tab. 2. Wyniki testów drogowych Ursus Elvi

Warianty jazdy	Przejechany dystans [km]	Czas [min]	Prędkość średnia [km/h]	Prędkość maks. [km/h]	Użyte SOC [%]	Zasięg maksymalny [km]
Wariant 1						
Jazda nr 1	58,1	64	54,5	131	23	252,6
Jazda nr 2	70	78	53,8	130	42	166,7
Jazda nr 3	62,1	85	43,8	75	25	248,4
Wariant 2						
Jazda nr 1	58	79	44,7	91,8	30	193,3
Jazda nr 2	78,3	58,6	80,2	130	48	150,6

Źródło: oprac. własne.

Badanie zasięgu pojazdów elektrycznych w warunkach drogowych w oparciu o masę rzeczywistą pojazdu oraz prędkość średnią z jazdy jest dobrym sposobem pomiaru orientacyjnego maksymalnego zasięgu. Może być wykorzystywane do planowania tras przejazdu na dłuższych dystansach. Zdaniem autorów każdy użytkownik pojazdu elektrycznego powinien wykonać zaproponowane badania w celu poznania rzeczywistego zasięgu własnego pojazdu. Badania te mogą posłużyć do sprawdzenia poprawności obliczeń wykonywanych przez komputer pokładowy EV.

Badania drogowe zasięgu pojazdu Ursus Elvi potwierdziły dane producenta, znajdujące się na oficjalnej stronie internetowej. Pojazd jest w stanie przejechać nawet 250 km z niewielkim ładunkiem na jednym naładowaniu baterii trakcyjnych. Poruszając się z dopuszczalną masą całkowitą, wynoszącą 3,5 t, jego zasięg wynosił pomiędzy 150 a 200 km (w zależności od prędkości średniej i dynamiki jazdy).

Bibliografia:

1. Flaszka J., *Elektromobilność w Polsce – wyzwania i możliwości z uwzględnieniem inteligentnych instalacji OZE*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 6.
2. Giakoumis E. G., Zachiotis A. T., *Investigation of a Diesel-Engined Vehicle’s Performance and Emissions during the WLTC Driving Cycle – Comparison with the NEDC*, „Energies” 2017, Vol. 10 No. 2.
3. <http://elvi.pl/> (dostęp: 03.06.2018).
4. http://samochodelelektryczne.org/wyniki_sprzedazy_ev_phev_w_kalifornii_w_2017r.htm (dostęp: 23.03.2018).
5. <https://www.nissan.pl/wltp.html> (dostęp: 03.06.2018).
6. Małek A., Kowalczyk D., *Carport fotowoltaiczny do ładowania pojazdów elektrycznych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 11.
7. Paska J., Kłós M., Rośliniec Ł., *Autonomiczna stacja ładowania pojazdów elektrycznych*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2015, nr 42.
8. Pielecha J., Merkiś J., Markowski J., *Wybrane zagadnienia dotyczące drogowych testów emisyjnych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 12.
9. Zajkowski K., Seroka K., *Przegląd możliwych sposobów ładowania akumulatorów w pojazdach z napędem elektrycznym*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 7-8.

Fotografie – Arkadiusz Małek, Marek Ogrodnik

Test methods for autonomy of electric vehicles

The article discusses various types of testing methods for autonomy of electric vehicles. The tests were divided into laboratory and road tests and described in detail. An application for usefulness of selected types of tests to the size of the tested vehicles were presented: passenger cars, vans, trucks and buses. The research part presents road tests of the range of the prototype Ursus Elvi vehicle.

Keywords: electric vehicle, autonomy vehicle, road tests.

Autorzy:

dr inż. **Arkadiusz Małek** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transport i Informatyki
mgr inż. **Marek Ogrodnik** – Ursus S.A., Lublin