

Andrzej MACIEJCZYK

POLSKI SAMOCHÓD OSOBOWY Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

W artykule omówiono rynek samochodów w Polsce z uwzględnieniem pojazdów z napędem elektrycznym. Przedstawiono założenia konkursu na polski samochód elektryczny. Przeanalizowano konstrukcję nadwozia oraz prototypu pojazdu w aspekcie rozmieszczenia akumulatorów. Wskazano wymagania dotyczące łączenia ogniw w pakiety akumulatorów. Przeanalizowano metody określania zużycia energii. Oszacowano realne wartości zużycia energii. Ustosunkowano się do problemu braku infrastruktury ładowania akumulatorów. Wskazano przykładowe czasy ładowania akumulatorów z wykorzystaniem ładowarek dużej mocy.

WSTĘP

Rok 2017 był kolejnym rokiem, w którym odnotowano w naszym kraju wzrost sprzedaży nowych samochodów. Liczba rejestracji nowych pojazdów sięgnęła 483 195 sztuk [1]. Tak jak w latach poprzednich 61% pojazdów zostało zakupionych przez firmy, 39% nabywców stanowili użytkownicy indywidualni. W przypadku pojazdów z napędem elektrycznym z tzw. grupy ECV według danych Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych (PSPA), wzrost sprzedaży osiągnął prawie 88%. Około 45% zwiększyło się zainteresowanie hybrydami plug in (PHEV) oraz o ponad 300% pojazdami o napędzie tylko elektrycznym (BEV). Całkowita liczba sprzedanych w Polsce w 2017 roku pojazdów z napędem spalinowo-elektrycznym (hybryd) wyniosła ok. 17 000 sztuk [2], z czego 585 hybryd plug in oraz 439 samochodów elektrycznych [1] (455 wg [2]).

Powyższe oznacza, że rośnie zainteresowanie pojazdami z napędem alternatywnym, jakkolwiek udział w rynku nowych aut zasilanych tylko i wyłącznie energią elektryczną stanowi niecałe 0,1%.

Liczba sprowadzonych do Polski samochodów używanych wyniosła 935 100 sztuk. Prawie wszystkie napędzane były silnikami spalinowymi. Udział pojazdów z silnikami o pojemności między 1,6 l. a 2,0 l. stanowił około 43% importu [1]. Samochody z silnikami o pojemnościach od 1,4 l. do 1,6 l. oraz między 1,0 l. a 1,4 l. stanowiły odpowiednio 22,3% oraz 20,2%. Przytoczone dane określają strukturę rynku importowanych pojazdów używanych oraz ewidentnie wskazują na preferencje przyszłych użytkowników.

1. POLSKI SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY

1.1. Konkurs

Pierwszy etap konkursu obejmował wizualizację nadwozia samochodu elektrycznego [3]. Rozstrzygnięcie nastąpiło we wrześniu 2017 roku. Wyloniono czterech laureatów. Autorzy wyróżnionych projektów otrzymali nagrody w wysokości 50 000 zł.

Według doniesień medialnych drugi etap konkursu obejmować ma budowę jeżdżącego prototypu i ma być skierowany do producentów pojazdów [5]. Ogłoszenie konkursu przewidywane jest na wiosnę 2018 roku. Przewidywana wysokość nagrody to 100 000 zł.

Ostrożnie szacując pracochłonność oraz przewidując ewidentnie wysokie koszty wykonania prototypu zapowiadana nagroda nie wydaje się atrakcyjna.

Według ElectroMobility Poland zainteresowanie projektem jest duże. Odnotowano zgłoszenia 16 konsorcjów, skupiających niemal 200 firm [6].

Trzeci etap przewiduje uzyskanie homologacji, produkcję oraz testy krótkiej serii pojazdów [5].

Zwieńczeniem całego przedsięwzięcia ma być uruchomienie produkcji seryjnej.



Rys.1. Jedna z nagrodzonych koncepcji. Pojazd „Be-E” autorstwa Sebastiana Nowaka [4]

1.2. Jaki ma być polski samochód elektryczny ?

Wydawałoby się, że przynajmniej podstawowe parametry przyszłego pojazdu, takie jak wielkość i przeznaczenie oraz zasięg powinny zostać określone już na etapie wizualizacji nadwozia. Niejako w domyśle założeniem był niewielki pojazd miejski, co znalazło odzwierciedlenie w nagrodzonych projektach. Jednakże dopiero teraz wywiązuje się szersza dyskusja dotycząca tego tematu. Bieżące doniesienia wskazują [6,7], że pojazd ma mieć charakter typowo miejski i służyć do przewozu co najmniej 4 osób. Zasięg to 150 km na jednym ładowaniu akumulatorów. Czas ładowania do 2 godzin. Przewidywana cena samochodu ma wynieść ok 60 000 złotych. Powyższe parametry pojazdu zostały ustalone na podstawie badań zleconych przez ElectroMobility Poland. W tym miejscu warto zapewne przytoczyć przynajmniej niektóre wyniki przeprowadzonej ankiety. W przypadku zasięgu 24% ankietowanych byłaby skłonna zaakceptować zasięg do 100 km, 31% zasięg do 200 km oraz 39% zasięg w zakresie 200-500 km. Odnośnie ładowania baterii ponad 29% ankietowanych wskazała czas do 1 godziny, a 24% do 2 godzin [7]. Co prawda, jak wynika z badania, część z potencjalnie zainteresowanych nabyciem pojazdu z napędem elektrycznym skłonna byłaby zaakceptować niższe parametry, jakkolwiek zapewne byłoby to możliwe w aspekcie niższej ceny. Z drugiej strony aż 39% ankietowanych

oczekiwano większego zasięgu (200-500 km), co wskazuje na zainteresowanie pojazdem, który może być niewielki, ale o zdecydowanie większej użyteczności niż auto typowo miejskie.

2. KONSTRUKCJA NADWOZIA

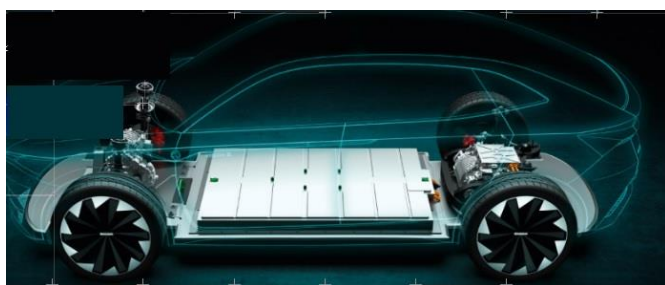
Większość użytkowników pojazdów przekonuje się i przyzwyczajają do określonej marki samochodu lub jego typu. Nie dziwi więc, gdy w przypadku wymiany posiadanego pojazdu lub zainteresowania zakupem kolejnego, w pierwszej kolejności brane są pod uwagę znane i sprawdzone marki. Taki mechanizm zadziała także podczas wyboru auta z alternatywnym napędem. Z tego względu znane już nabywcy modele pojazdów oferowane są z napędem hybrydowym bądź elektrycznym. Najczęściej samochody z napędem czysto elektrycznym to standardowa konstrukcja nadwozia przystosowanego do napędu klasycznego, do której zaadaptowano napęd elektryczny. Zastąpienie silnika spalinowego silnikiem elektrycznym nie stanowi problemu. Trudne okazuje się wygospodarowanie określonej ilości miejsca na zabudowanie akumulatorów. Aby uniknąć podniesienia środka ciężkości montuje się je pod podłogą. Przykładem takiego rozwiązania może być FSE01 (rys.2) zbudowany na bazie Fiata 500.



Rys. 2. Pakiet akumulatorów zamontowany pod podłogą [8]

Niewielka ilość miejsca na akumulatory determinuje niewielki zasięg pojazdu. Jednocześnie unika się montowania akumulatorów w zwykłym i tak już małym bagażniku. Dodatkowo niezbędne jest odpowiednie uszczelnienie pakietu w celu zabezpieczenia przed przedostaniem się wody oraz zapewnienie mechanicznej ochrony akumulatorów podczas jazdy po wybojach i nierównościach. Osobną kwestią jest relatywnie wysoka cena akumulatorów. Większy pakiet oznacza większy zasięg, wyższy koszt, co ma niebagatelny wpływ na końcową cenę auta oraz większą masę całego pojazdu.

W przypadku nowego polskiego samochodu elektrycznego nadwozie pojazdu będzie zupełnie nową konstrukcją dedykowaną do napędu elektrycznego. Możliwe, że pakiet akumulatorów zostanie umiejscowiony wewnątrz nadwozia. Rozwiązanie konstrukcyjne nadwozia i płyty podłogowej mogłoby być podobne do przedstawionego na rysunku 3.



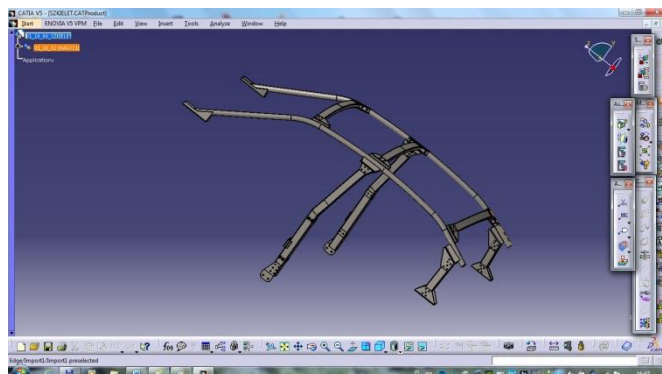
Rys. 3. Nadwozie Skody Vision E [9]

Należy jednak zauważyć, że docelowy projekt całkowicie nowego nadwozia wymagał będzie dużych nakładów finansowych.

Być może ceny obecnie dostępnych, adaptowanych na elektryczne pojazdów są tak wysokie, gdyż z części uzyskanego dochodu producenci finansują prace badawcze i konstrukcyjne nad docelowymi rozwiązaniami, także w zakresie nadwozi.

3. PROTOTYP POJAZDU

Jeżdżący i w pełni funkcjonalny prototyp zostanie prawdopodobnie zbudowany przy możliwym ograniczeniu kosztów jego wytworzenia. Prawdopodobnie płyta podłogowa zostanie wykonana w postaci spawanej z kształtowników ramy z uwzględnieniem miejsc mocowania dla zawieszenia i pozostałych podzespołów. Szkielet nadwozia, słupków i dachu zapewne będzie podobny do przedstawionego na rysunku 4.



Rys. 4. Szkielet dachu i słupków prototypu samochodu Syrena [10]

Na poszycie podłogi i nadwozia zwykle zastosowany zostaje laminat. Taka konstrukcja całości pojazdu pozwoli na wykonanie niezbędnych testów drogowych, w tym zawieszenia oraz funkcjonowania napędu. Niestety nie może to być rozwiązanie docelowe, przy założeniu produkcji seryjnej. Należy się spodziewać, że ostateczna, produkcyjna wersja będzie typowym nadwoziem samonośnym, zgrzewanym z wykonanych z blachy wyłoczek. Koszt wdrożenia do produkcji nowego nadwozia należy szacować na kilkadziesiąt milionów złotych.

4. AKUMULATORY

Baterie akumulatorów są zwykle zestawiane z pojedynczych ogniw lub też z wcześniej przygotowanych bloków. Obecnie najbardziej popularne są ogniwa litowo-jonowe.

Gotowy pakiet akumulatorów wyposaża się w układ chłodzenia oraz BMS (Battery Management System), ponieważ konieczna jest bieżąca kontrola zarówno ładowania, jak i rozładowywania akumulatorów. Niestety poszczególne ogniwa nie rozładowują się i nie ładują się w sposób równomierny. Z tego powodu, ale także z uwagi na bezpieczeństwo (możliwość pożaru) niezwykle ważne jest ustalenie przestrzeni na akumulatory już na etapie projektu nadwozia (rozdz. 2). Osobny aspekt stanowi dostęp do baterii akumulatorów w celu ich serwisowania lub konieczności wymiany.

Przykład ogniw, które można spotkać w bateriach akumulatorów przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Akumulator Boston Power SWING 5300mAh Li-ION 3,7V [11]

5. ZASIĘG

Zasięg pojazdu jest ściśle związany z ilością zgromadzonej w akumulatorach energii oraz jej zużyciem podczas jazdy.

Zużycie energii, podobnie jak zużycie paliwa w przypadku pojazdu z napędem konwencjonalnym określane jest od lat 90 na podstawie testu NEDC (New European Driving Cycle). Test odbywa się w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej. Nic więc dziwnego, że rzeczywiste zużycie paliwa/energii będzie różnić się w sposób znaczący od wartości deklarowanych przez producentów [12]. Różnice te mogą wynosić od kilkunastu do powyżej 30 % w przypadku aut miejskich i nawet do 50% dla pojazdów większych.

Znacznie bardziej wiarygodny jest amerykański test EPA (*Environmental Protection Agency*) przeprowadzany w warunkach bardziej zbliżonych do rzeczywistych. Wykorzystując test EPA, zasięg pojazdu elektrycznego w stosunku do zasięgu określonego na podstawie NEDC zmniejszy się ok. 30%.

Od września 2017 r. wszystkie nowo wprowadzane modele obowiązuje nowy, bardziej realny test pomiarowy WLTP (*Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure*) [13]. Niestety jest on w dalszym ciągu przeprowadzany w laboratorium. Wartości zużycia paliwa w stosunku do otrzymanych z pomocą testu NEDC są większe o kilka do dwudziestu kilku procent.

W celu umożliwienia oceny realnego zasięgu, sugeruje się potencjalnemu nabywcy przyszłego polskiego samochodu elektrycznego przyjęcie wartości zużycia energii rzędu 18 kWh/100 km w przypadku pojazdu miejskiego oraz 20-22 kWh/100 km dla samochodu większego [12].

Mając na uwadze wyniki ankiety przeprowadzonej przez *ElectroMobility Poland* (rozdz. 1.2) odnośnie wymagań zasięgu przyszłego, miejskiego pojazdu elektrycznego, dla zasięgu 200 km (31 % respondentów), ilość energii zgromadzonej w akumulatorach powinna wynosić 36 kWh.

Koszt produkcji akumulatorów szacowany jest obecnie na 100 USD/kWh. W przypadku przedmiotowego pojazdu o zasięgu 200 km koszt produkcji akumulatorów wyniósłby $30 \times 100 \times 3,5 = 10\,500$ złotych. Do tego należy jeszcze doliczyć koszt BMS-a, co znacząco podniesie cenę pakietu.

Mając powyższe na uwadze zakładana cena polskiego pojazdu elektrycznego na poziomie 60 000 złotych nie wydaje się nierealna.

6. STACJE ŁADOWANIA

Niewątpliwie brak odpowiednio rozwiniętej infrastruktury umożliwiającej ładowanie akumulatorów pojazdów elektrycznych może budzić niepokój potencjalnych nabywców. Wynika to bezpośrednio z niewielkiej liczby tego typu pojazdów poruszających się po naszych drogach. Problem dotyczy szybkich ładowarek. Z pewnością wraz z rosnącą popularnością samochodów elektrycznych, lawinowo będą powstawać stacje ładowania.

PKN Orlen właśnie rozpoczyna na swoich stacjach paliw instalację systemu szybkich ładowarek o mocy 50 oraz 100kW. Zakłada

się, że w 2019 roku będzie możliwe przejechanie pojazdem elektrycznym przez całą Polskę głównymi drogami i korzystanie z ładowarek na stacjach paliw Orlenu [14].

Dla pojazdu dysponującego nominalnie zgromadzoną energią rzędu 36 kWh, czas ładowania akumulatorów od 0 do 80% pojemności przy wykorzystaniu ładowarki o mocy 50 kW wyniesie ok. 45 minut. Przykład ładowarki 50 kW przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Szybka ładowarka ABB Terra 52- 50 kW DC CHAdeMO [15]

Zastosowanie ładowarki o mocy 100 kW pozwoli na istotne skrócenie tego czasu.

Firma ABB na targach w Stuttgarcie zaprezentowała nowy model ładowarki o mocy 150-350 kW [16]. Zgodnie z deklaracją producenta naładowanie akumulatorów samochodu elektrycznego przystosowanego do ładowania z taką mocą ma trwać 10-12 minut.

Szybkie ładowanie odbywa się prądem stałym. Obowiązujący standard w tym przypadku to CHAdeMO i CCS/Combo2.

PODSUMOWANIE

Koszt wybudowania fabryki, w której możliwa będzie wielkoseryjna produkcja elektrycznego samochodu, to minimum miliard złotych [6]. Zapewne w ostatecznym rozrachunku ta suma będzie wyższa. Prywatni inwestorzy raczej takim kapitałem nie dysponują. Dlatego też przedsięwzięcie musiałoby być finansowane przez państwo. Gwarancji sukcesu i zwrotu wyłożonych kwot nikt nie da. Dodatkowo uruchomienie produkcji wielkoseryjnej musiałoby wiązać się z założeniem dużego eksportu. To z kolei generuje dodatkowe koszty reklamy, uruchomienia sieci sprzedaży i serwisów, także za granicą. W Polsce nie jest produkowany żaden samochód osobowy. Nie posiadamy rozpoznawalnej w świecie marki. Nie wystarczy znaleźć nabywcę, trzeba zdobyć jego zaufanie.

Szanse na uruchomienie produkcji pojazdu elektrycznego wydają się niewielkie, jakkolwiek sam projekt jest ciekawy. Z pewnością dałby możliwość pokazania, że taki pojazd potrafimy zbudować.

Może się także okazać że „to jedynie sposób na wyciągnięcie z polskiego budżetu milionowych grantów” [17].

BIBLIOGRAFIA

- <http://motoryzacja.interia.pl/raporty/raport-samochody-elektryczne/samochodelektryczne/news-polakow-nie-interesuja-samochody-elektryczne.nld.2517361>
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/wydarzenia/Najpopularniejszy-hybrdy-2017-roku-w-Polsce.32392.5>
- <http://konkurs.emobilitypoland.pl/>
- <https://innogy.forbes.pl/kiedy-pojawi-sie-pierwszy-elektryczny-samochod-o-duzym-zasiegu/0b7qd5f>
- <http://moto.pl/MotoPL/7,88389,22360288.tak-bedzie-wygladal-polski-samochod-elektryczny-znamy-piatke.html>

6. <http://auto.dziennik.pl/aktualnosci/artykuly/568220,polski-samochod-elektryczny-nie-powinnismy-sie-porownywac-z-tesla.html>
7. <http://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/electromobility-poland-polacy-chca-polskiego-samochodu-elektrycznego--60560.html>
8. <http://auto.dziennik.pl/aktualnosci/artykuly/545389,samochod-elektryczny-polska-fabryka-samochodow-elektrycznych-w-biel-sku-bialej.html>
9. https://www.br.skoda-auto.pl/microsites/skodavisione/?gclid=EAIaIQobChMI5pel0c-j2glVSpztCh3dlgd3EAAYA-SAAEgIhi_D_BwE&qclsrc=aw.ds&dclid=CI3XqdPPo9oCFQOE-mgodU18HUQ
10. AMZ Kutno
11. <https://bto.pl>
12. Maciejczyk A., *Samochody z napędem elektrycznym. Mity i rzeczywistość*. Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2017, nr 12.
13. <http://magazynauto.interia.pl/porady/news-zmiany-w-testach-spalania,nld,2553314>
14. <http://moto.pl/MotoPL/7,88389,22908067,orlen-stawia-na-elektryki-jeszcze-w-tym-roku-na-polskich-stacjach.html>
15. http://samochodyelektryczne.org/galerie/terminale_ladowania_abb/terminale_ladowania_abb_40.htm
16. <http://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/abb-mozemy-w-1012-minut-naladowac-auto-elektryczne-na-300-km-60467.html>
17. <http://motoryzacja.interia.pl/wiadomosci/news-polscy-naukowcy-nie-istnieja-szukajaca-prawda-bez-cenzury,nld,2373552>

Polish car with electric drive

The article discussed the car market in Poland, including vehicles with electric drive. The assumptions for the competition for a Polish electric car have been presented. The structure of the vehicle's body and prototype was analyzed in terms of the location of the batteries. The requirements for connection cells into battery packs are indicated. Methods for determining energy consumption were analyzed. Real energy consumption values were estimated. The problem of the lack of charging infrastructure for batteries has been discussed. Examples of charging times for batteries using high power chargers are shown.

Autorzy:

dr inż. **Andrzej Maciejczyk** – Politechnika Łódzka, Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.137

Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15