

Article citation info:

Lewicki W. The case study of the impact of the costs of operational repairs of cars on the development of electromobility in Poland. The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. 2017; 78(4): 107-116, <http://dx.doi.org/10.14669/AM.VOL78.ART8>

Studium badawcze wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych samochodów osobowych na rozwój elektromobilności w Polsce

WOJCIECH LEWICKI¹

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie

Rozwój elektromobilności w Polsce jest jednym z nieuniknionych procesów, jaki z pewnością czeka polską motoryzację. Należy spodziewać się, że w najbliższych kilku latach samochody elektryczne staną się realną alternatywą dla samochodów spalinowych. Dostępne raporty i opracowania wskazują wyraźnie, że koszty nabycia nowego pojazdu elektrycznego są znacznie wyższe niż pojazdu zasilanego paliwem konwencjonalnym. Zatem fundamentalnego znaczenia na etapie decyzji zakupowych nabierają oczekiwania samych klientów w kwestii kosztów eksploatacji takiego pojazdu, w tym także cen części zamiennych.

W artykule podjęto próbę zasygnalizowania problematyki wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych samochodów osobowych na rozwój elektromobilności w Polsce. Rozważania oparto o autorskie symulacje kosztów, obejmujące porównanie tego samego modelu pojazdu wyposażonego zarówno w silnik konwencjonalny jak i ekologiczne jednostki napędowe. Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na istotę podjętej problematyki badawczej oraz odpowiedź na pytanie czy w rzeczywistości koszty napraw eksploatacyjnych pojazdów elektrycznych są znacznie niższe, niż pojazdów zasilanych paliwami konwencjonalnymi. Zaprezentowane wyniki badań mogą być pomocne w procesach podejmowania decyzji zakupowych zarówno w przypadku klientów indywidualnych jak i grupowych.

Słowa kluczowe: elektromobilność, alternatywne źródła napędu, koszt naprawy, części zamienne, koszt eksploatacji.

Keywords: electromobility, alternative drive sources, repair costs, spare parts, operating costs.

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie Wydział Ekonomiczny Wojciech Lewicki@zut.edu.pl

1. Wstęp

Jeszcze kilka lat temu samochody elektryczne postrzegane były wyłącznie w kategorii pojazdów prototypowych, które nie miały żadnych szans na upowszechnienie a tym bardziej na produkcję wieloseryjną. Jednakże za sprawą postępu technologicznego, zwiększenia zasięgu, skrócenia czasu ładowania oraz obniżenia kosztu produkcji zaczęto mówić o dynamicznym rozwoju zjawiska elektromobilności[14]. W krótkim odstępie czasu prawie wszystkie koncerny samochodowe wprowadziły do swojej oferty sprzedażowej pojazdy zarówno o napędzie hybrydowym jak i elektrycznym[1]. Zdaniem wielu ekspertów z branży motoryzacyjnej, trend ten jest zjawiskiem globalnym i dotyczy będzie prawie każdego segmentu rynkowego w przypadku samochodów osobowych[13]. Bez względu na fakt, czy dany producent posiadał doświadczenie w produkcji tej kategorii pojazdów czy też będzie to jego debiut na tym rynku [9].

W dostępnym piśmiennictwie dominuje pogląd, że w przypadku pojazdów elektrycznych koszty ich eksploatacji są znacznie niższe, niż w przypadku pojazdów napędzanych tradycyjnymi silnikami spalinowymi[3]. Teza ta w większości przypadków oparta jest na analizie parametru określanego w literaturze przedmiotu, jako całkowite koszty posiadania tzw. TCO[19]. Zatem znajomość czynników ekonomicznych wpływających na rozwój popularności tej grupy pojazdów, staje się w dzisiejszych realiach rynkowych imperatywem o ogromnej doniosłości. W szczególności, w kontekście promowanego przez polskie władze planu rozwoju elektromobilności.

W dążeniu do zdefiniowania czynników wpływających na rozwój zjawiska elektromobilności, w literaturze poświęconej zagadnieniom pojazdów elektrycznych napotykamy szereg utrudnień koncepcyjno-pojęciowych, których rezultatem jest brak jednoznacznej widoczności podstawowego parametru w postaci kosztów napraw eksploatacyjnych, a co za tym idzie kosztów części zamiennych. Potencjał i skalę procesu elektryfikacji najlepiej obrazuje prognoza wskazująca, że w Polsce do roku 2025 na drogach będzie się poruszać aż 1 mln samochodów elektrycznych [10]. W konsekwencji należy oczekiwać również gwałtownego wzrostu zarówno popytu jak i podaży w odniesieniu do samych pojazdów elektrycznych, ale także usług naprawczych. Na tle rozważań akademickich należy postawić pytanie, jakie są rzeczywiste koszty ewentualnej naprawy eksploatacyjnej takiego pojazdu? Zatem problematyka wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych na rozwój elektromobilności w Polsce stanowi istotny problem badawczy zważywszy, że w dostępnym piśmiennictwie zarówno z zakresu nauk technicznych jak i ekonomicznych brak jest takich analiz i opracowań w ujęciu interdyscyplinarnym.

Przedstawione powyżej podejście stało się podstawą do przyjęcia warunków brzegowych i metodyki postępowania nakierowanej na próbę zwymiarowania wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych na rozwój elektromobilności w Polsce poprzez.:

- omówienie istoty kosztów eksploatacyjnych samochodów elektrycznych w ujęciu interdyscyplinarnym,
- analizę porównawczą kosztów napraw eksploatacyjnych samochodu osobowego o napędzie konwencjonalnym hybrydowym i elektrycznym oferowanym przez tego samego producenta pojazdu.

Natomiast zasadniczym celem artykułu jest próba udzielenia odpowiedzi na pytanie czy w rzeczywistości koszty napraw eksploatacyjnych pojazdów elektrycznych są znacznie niższe, niż pojazdów zasilanych paliwami konwencjonalnymi. Osiągnięcie wskazanego celu

wymagało doboru stosownych metod i technik badawczych stosowanych w naukach ekonomicznych. W celu osiągnięcia efektu komplementarności całość rozważań uzupełniono o piśmiennictwo z zakresu nauk technicznych, co nadało artykułowi interdyscyplinarnego charakteru. Zaprezentowane wyniki badań z pewnością mogą być pomocne w procesach podejmowania decyzji zakupowych zarówno w przypadku klientów indywidualnych jak i grupowych.

2. Istota kosztów eksploatacyjnych samochodów elektrycznych ujęcie interdyscyplinarne

W dobie wszechobecnej kooperacji rynkowej producenci samochodów elektrycznych coraz częściej w swoich spotach reklamowych akcentują rolę parametru definiowanego, jako „niskie koszty eksploatacji”, podkreślając tym samym wyższość swojego produktu nad produktami konkurencji. Specjaliści z zakresu marketingu sprzedaży nie precyzują jednak, o jakich kosztach w tym przypadku jest mowa [12]. Jedną z dostępnych definicji w literaturze przedmiotu wskazuje, że eksploatacja to proces techniczno-ekonomiczny podejmowany wraz z wyprodukowaniem, sprzedażą obiektu lub systemu i kończy się wraz z jego wycofaniem [17]. Jednakże zdaniem autora w dzisiejszych realiach rynkowych definicja ta jednak nie w pełni oddaje istotę badanej problematyki, w szczególności w odniesieniu do procesu eksploatacji pojazdów o napędzie elektrycznym. Podejmując, zatem próbę rozważań akademickich w tej materii należy zwrócić uwagę, że w praktyce eksploatacja pojazdów elektrycznych definiowana jest to zespół celowych działań organizacyjno, techniczno, ekonomicznych ludzi z pojazdem oraz relacji występujących pomiędzy nimi od chwili przejścia samochodu do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem, aż do jego likwidacji [18]. Sama problematyka eksploatacji pojazdów elektrycznych jak wskazuje dostępne piśmiennictwo z zakresu nauk technicznych sprowadza się między innymi.:

- użytkowania,
- obsługiwanie,
- diagnozowania,
- naprawiania,
- konserwacji i przechowywania,
- ewentualnej likwidacji definiowanej, jako utylizacja zużytych części i materiałów eksploatacyjnych,
- recyklingu i zagospodarowania poszczególnych części i podzespołów [15].

Odnosząc się natomiast do pojęcia kosztów, w literaturze z zakresu nauk ekonomicznych pojęcie to jest to wyrażone wartościowo, jako niezbędne zużycie zasobów jednostki gospodarczej w celu uzyskania określonego efektu użytecznego [6]. Poruszając się w obrębie terminów charakterystycznych dla rachunkowości możemy za koszt uznać zmniejszenie w okresie sprawozdawczym korzyści o wiarygodnie określonej wartości w formie zmniejszenia aktywów lub zwiększenia zobowiązań i rezerw, które doprowadzą do zmniejszenia kapitału własnego w inny sposób niż wycofanie tych środków przez udziałowców bądź właścicieli [8]. Zatem wspomniane definicje nie wyjaśniają w pełni istoty i pojęcia tzw. kosztów eksploatacji samochodów elektrycznych. Na tym etapie rozważań należy wspomnieć, że definiowanie tej kategorii kosztów w zakresie nauk ekonomicznych na podstawie omówionych powyżej definicji budzi poważne problemy natury formalnej i

metodologicznej. Zdaniem autora problem ten może być jednak rozwiązany przez spojrzenie interdyscyplinarne na tą wyjątkową kategorię kosztów.

Zrozumienie istoty kosztów eksploatacyjnych w odniesieniu do samochodów elektrycznych sprowadza się przede wszystkim do zrozumienia samej istoty procesu eksploatacji tych pojazdów, czyli aby utrzymywać potencjał eksploatacyjny przez okres życia pojazdu oraz zapewnić jego bezpieczne i użytkowanie konieczne są stosowne nakłady finansowe. Oczywiście zarówno czasookres jak i skala tych nakładów finansowych nie jest jednakowa i zależna jest od determinantów natury technicznej i pozatechnicznej spośród najważniejszych możemy wymienić.:

- zastosowaną technologię w zakresie magazynowania energii,
- dostępność i stan techniczny infrastruktury ładowania,
- czas ładowania,
- wiek pojazdu,
- rodzaj pojazdu,
- stan techniczny,
- sposób użytkowania,
- częstotliwość użytkowania,
- czynnik ludzki,
- stan nawierzchni,
- warunki pogodowe,
- dostępność do usług serwisowych,
- koszt części zamiennych [5].

Na uwagę zasługują fakt, że w ostatnim czasie w fachowym piśmiennictwie coraz to większe znaczenie w zakresie tematyki kosztów eksploatacji samochodów elektrycznych przywiązywane jest do parametru definiowanego, jako koszt części zamiennych[15]. Nie od dzisiaj wiadomo, że koszty napraw oraz ceny materiałów użytych w trakcie naprawy są wzajemnie powiązane, co oznacza, że niskie ceny części zamiennych nierzadko decydują o niskich kosztach eksploatacji danego modelu czy pojazdu[2]. Zatem analiza cen poszczególnych części zamiennych wydaje się kluczowa w procesie określenia przyszłych kosztów związanych z eksploatacją pojazdów zasilanych także paliwami alternatywnymi.

Podsumowując niniejszą problematykę, uwzględniając jedynie aspekt teoretyczny rozważań dotyczących czynników ekonomicznych mający wpływ na rozwój elektromobilności można mylnie wnioskować, że w przypadku danego modelu pojazdu rodzaj zainstalowanej jednostki napędowej, czyli czy jest to silnik elektryczny, czy też konwencjonalny nie powinien mieć wpływu na koszty części zamiennych. Tymczasem zaprezentowanie poniżej badania obrazują rzeczywiste trendy w zakresie kształtowania się cen oryginalnych części zamiennych do samochodów elektrycznych i hybrydowych dostępnych na polskim rynku motoryzacyjnym.

3. Analiza porównawcza kosztów napraw eksploatacyjnych samochodu elektrycznego, hybrydowego i zasilanego paliwem konwencjonalnym

Złożoność prac mechanicznych, specyfikacja stosowanych materiałów oraz zróżnicowana technologia naprawy zarówno pojazdów elektrycznych, hybrydowych jak i tych zasilanych paliwami konwencjonalnymi wymagały podejścia eksperymentalnego. Dlatego też autor w swoich symulacjach, w celu ukazania istotnych zależności, posłużył się z góry przyjętymi wzorcami zachowań. Tym samym przedmiotem dalszych rozważań nie będzie analiza

trwałości zespołów, ocena jakościowa części, czy też ich kwalifikacja. Zaprezentowane symulacje kosztowe koncentrują się na analizie poszczególnych kosztów usługi składających się na całkowity koszt naprawy eksploatacyjnej pojazdu. Przedstawione zostaną wyłącznie sumaryczne rachunki kosztów napraw wybranych modeli pojazdów z ściśle wyselekcjonowanego segmentu rynkowego. Ponadto na potrzeby niniejszych badań przyjęto w uproszczeniu, że koszt naprawy stanowi sumę kosztów usługi oraz cen zastosowanych do naprawy części zamiennych.

Na samym wstępie w celu zachowania poprawności logicznej i wartości metodologicznej badań przyjęto, że:

- zakres badań objął wyselekcjonowane modele samochodów z danego segmentu rynkowego. Do analizy wybrano producenta, który jako jedyny na polskim rynku oferuje ten sam model pojazdu zarówno z napędem elektrycznym, hybrydowym jak i silnikiem spalinowym[7].
- każdy z pojazdów podlegał indywidualnemu procesowi naprawy eksploatacyjnej przewidzianemu przez producenta pojazdu.
- w celu oszacowania kosztów napraw posłużono się specjalistycznym programem eksperckim o nazwie AUDATEX, wspierając eksperyment numeryczny metodą kosztorysową, gdyż obecnie jest to jedyna metoda stosowana w praktyce szacowania kosztów napraw eksploatacyjnych samochodów osobowych w Polsce [4].
- uwzględniając znaczny zakres usług serwisowych wykonywanych w warsztatach naprawczych przyjęto, że analiza kosztów dotyczyć będzie części zamiennych z trzech zasadniczych elementów budowy pojazdu: nadwozia, podwozia i silnika [16].
- dla celów porównawczych w każdym przypadku posłużono się wyłącznie cenami części zamiennych nowych oryginalnych z lipca 2017 roku.
- W celu zobrazowania wspomnianych zależności koszty napraw przeanalizowano w trzech zasadniczych wariantach napraw: pierwszy koszyk dotyczył wymiany elementów nadwozia takich jak błotników przednich szt.2, pokrywy komory silnika, zderzaka przedniego. Drugi elementów podwozia pojazdu, czyli części takich jak: klocki i tarcze hamulcowe szt.2 amortyzatory szt.2. Natomiast trzeci dotyczył wymiany silnika czy kpl. jednostki napędowej.
- w przypadku symulacji kosztów we wszystkich wariantach części przyjęto średnie stawki robocizny mechanicznej stosowane w autoryzowanej stacji wyselekcjonowanego producenta pojazdu.

Przedstawione założenia stały się podstawą do przyjęcia warunków brzegowych i metodyki postępowania nakierowanej na próbę zwymiarowania wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych samochodów osobowych na rozwój elektromobilności w Polsce.

Z punktu widzenia poprawności eksploracji oraz możliwości uchwycenia potrzebnych danych wyniki eksperymentu numerycznego zaprezentowano w formie tabelarycznej tab.1 do 3.

Tab. 1. Analiza kosztów napraw koszyka części nadwozie w zależności od rodzaju jednostki napędowej umieszczonej w pojeździe w pln.

Marka pojazdu	VW golf 1,5 TSI (benz)	VW e-golf	VW Golf GTE hybryda
Rodzaj jednostki	t.benzyna 1498 cm ³	elektryczny moc: 100 kW/ 136KM	t.benzyna 1395 cm ³ moc:110kW/150KM.

napędowej	moc: 110 kW/150 KM		elektryczny moc: 75Kw/102kM
Błotniki przednie szt.2	1765 zł	1765 zł	1765 zł
Pokrywa komory silnika	1345 zł	1869 zł	1869 zł
Zderzak przedni	974 zł	974 zł	974 zł
Koszt części zamienny	4063 zł	4608 zł	4608 zł
Koszt robocizny	1675 zł	1565 zł	1565 zł
Całkowity koszt naprawy	5738 zł	6173 zł	6173 zł

Z powyższej symulacji zbiorczej wynika, że najniższe koszty naprawy zaobserwowano w przypadku pojazdu zasilanego silnikiem o zapłonie iskrowym. Ponadto analiza danych wykazała rozbieżności kwotowe w zakresie cen części zamiennych i kosztów robocizny. Pomimo faktu, iż pojazdy wizualnie nie różnią się od siebie to w przypadku pojazdu elektrycznego i hybrydowego cena pokrywy komory silnika jest nieznacznie wyższa, niż w przypadku pojazdu zasilanego silnikiem o zapłonie iskrowym. Wynika to z zastosowania lżejszych i zarazem bardziej kosztocłonnych materiałów w celu obniżki masy pojazdu i dotyczy w większości przypadków elementów poszyc zewnątrznych nadwozia w tym analizowanym przypadku pokrywy komory silnika. Na uwagę zasługuje fakt, kształtowania się na jednakowym poziomie całkowitych kosztów naprawy modelu hybrydowego i elektrycznego. Natomiast stwierdzona nieznaczna redukcja kosztów robocizny w przypadku pojazdu elektrycznego i hybrydowego w stosunku do modelu z silnikiem o zapłonie iskrowym wynika z uproszczonego konstrukcji w przedniej części pojazdu[16].

Tab. 2. Analiza kosztów napraw koszyka części podwozie w zależności od rodzaju jednostki napędowej umieszczonej w pojeździe w pln.

Marka pojazdu	VW golf 1,5 TSI (benz)	VW e-golf	VW Golf GTE hybryda
Rodzaj jednostki napędowej	t.benzyna 1498 cm ³ moc: 110 kW/150 KM	elektryczny moc: 100 kW/ 136KM	t.benzyna 1395 cm ³ moc: 110kW/150KM. elektryczny moc: 75Kw/102kM
Tarcze hamulcowe szt.2	1256 zł	1256 zł	1256 zł
Klocki hamulcowe szt.2	409 zł	409 zł	409 zł
Amortyzatory szt.2	1478 zł	1809 zł	1809 zł
Koszt części	3143 zł	3474 zł	3474 zł

zamienny			
Koszt robocizny	890 zł	890 zł	890 zł
Całkowity koszt naprawy	4033 zł	4364 zł	4364 zł

Z powyższej symulacji zbiorczej wynika, iż ponownie najniższe koszty naprawy zaobserwowano w przypadku pojazdu zasilanego silnikiem o zapłonie iskrowym. Analiza danych wykazała na nieznaczne-rozbieżności kwotowe w zakresie koszyka części podwozie zależności od rodzaju zamontowanej w pojeździe jednostki napędowej wyjątek stanowią amortyzatory. (Na tym etapie należy zaznaczyć, iż w przypadku jednostki napędowej o niższej pojemności i mocy, różnice cenowe dotyczyć mogą także tarcz i klocków hamulcowych). Warto jednak podkreślić, że w tym przypadku nie występują rozbieżności w zakresie kosztów robocizny. A koszt części zamiennych w odniesieniu do wyżej analizowanych modeli pojazdów o napędach ekologicznych można zredukować przy zastosowaniu tzw. „części alternatywnych“ [11].

Tab. 3. Analiza kosztów napraw koszyka części silnik w zależności od rodzaju jednostki napędowej umieszczonej w pojeździe w pln.

marka pojazdu	VW golf 1,5 TSI (benz)	VW e-golf	VW Golf GTE hybryda
Rodzaj jednostki napędowej	t.benzyna 1498 cm ³ moc: 110 kW/150 KM	elektryczny moc: 100 kW/ 136KM	t.benzyna 1395 cm ³ moc: 110kW/150KM. elektryczny moc: 75kW/102kM
Silnik kpl.	26 456 zł	32567zł + ewentualna cena akumulatorów koszt 20.000 zł.	23455 zł +16956 zł+ ewentualna cena akumulatorów koszt 8.000 zł
Koszt części zamiennych	26 456 zł	52 567 zł	48 411 zł
Koszt robocizny	7543 zł	5376 zł	8654 zł
Całkowity koszt naprawy	33 999 zł	57 943 zł	57065 zł

Z powyższej symulacji zbiorczej wynika, iż ponownie najniższe koszty naprawy zaobserwowano w przypadku pojazdu zasilanego silnikiem o zapłonie iskrowym. Analiza danych wykazała na znaczące rozbieżności kwotowe w zakresie koszyka silnik, zależności od rodzaju zamontowanej w pojeździe jednostki napędowej. Na uwagę zasługuje fakt, że w przypadku wymiany eksploatacyjnej jednostki napędowej w pojeździe elektrycznym, czy też hybrydowym producent pojazdu zaleca dokonanie wymiany także akumulatorów w celu zachowania pełnej sprawności w zakresie procesu ładowania. Pomimo iż, tzw. żywotność akumulatorów określana jest na około 400 tys km [7]. Zatem porównanie kosztów części zamiennych wskazuje, że wymiana jednostki napędowej w samochodzie elektrycznym jest

prawie dwukrotnie droższa niż w pojeździe wyposażonym w silnik o zapłonie iskrowym. Na tym etapie rozważań należy pamiętać, że w przypadku pojazdu zasilanego paliwem konwencjonalnym producent pojazdu dopuszcza naprawę, bądź też wymianę poszczególnych elementów silnika. Dla przykładu bloku silnika, rozrządu i panewek, czy też zestawu tłoków[18]. Ponadto w tym przypadku tej kategorii napraw można mówić o dużej dostępności do części zamiennych na rynku wtórnym. Zatem koszt naprawy może ulec znacznej redukcji. Natomiast w odniesieniu do pojazdu elektrycznego czy też hybrydowego poprawna technologia nie dopuszcza możliwości naprawy silnika elektrycznego a zaleca jego wymianę + ewentualnie zestaw akumulatorów. Jednakże zarówno producent pojazdu jak i rynek wtórny nie oferuje poszczególnych komponentów wchodzących w skład silnika, co prowadzi znacznie do wzrostu kosztowności takiej naprawy. Natomiast na uwagę zasługuje natomiast fakt, że stwierdzono niższe koszty robocizny co prowadzi ku wnioskowi, że wymiana silnika elektrycznego jest pod względem technologicznym procesem mniej złożonym niż silnika o zapłonie iskrowym. Na tym etapie rozważań należy nadmienić, że eksperci z rynku motoryzacyjnego podkreślają, że ich wymiana silnika elektrycznego w większości przypadków będzie następstwem uszkodzeń pokolizyjnych niż procesów zużycia eksploatacyjnego[13]. Ponadto w przypadku modelu zasilanego silnikiem elektrycznym koszt przeglądu gwarancyjnego po 30 i 60 tys km jest 5 krotnie niższy niż w przypadku modelu o napędzie konwencjonalnym czy też hybrydowym[7].

4. Podsumowanie

Obecnie większość koncernów samochodowych pracuje nad jednym lub całą gamą pojazdów elektrycznych. Z pewnością w ciągu kilku najbliższych lat w każdym segmencie rynkowym, poza silnikami spalinowymi do wyboru będą także napędy hybrydowe i elektryczne. Oznacza to, że każdy użytkownik będzie mógł znaleźć samochód odpowiadający jego potrzebom. W dostępnym piśmiennictwie podkreśla się korzyści wynikające z korzystania w pojazdach elektrycznych takie jak niska emisja hałasu w porównaniu do pojazdów z silnikami spalinowymi, małe ryzyko detonacji pojazdu w czasie kolizji drogowej i poparzenia lub spalenia się osób podróżujących czy też dysponowanie większym momentem obrotowym, co ułatwia szybkie manewry drogowe i zwiększając przy tym bezpieczeństwo czynne[13]. Zapominając jednak, że pojazdy te wymagają będą napraw i obsługi eksploatacyjnych. Jak wskazuje dostępna literatura przedmiotu koszty poniesione z naprawami eksploatacyjnymi samochodów są i będą nieodzownym elementem procesu ich eksploatacji[15]. Mają one kluczowe znaczenie dla okresu długości użytkowania pojazdu, nie tylko w ujęciu technicznym, ale i ekonomicznym. Niedopilnowanie terminu wymiany poszczególnych części czy podzespołów może w przyszłości narazić właściciela pojazdu nie tylko na niebezpieczne sytuacje na drodze, lecz również na spore koszty związane z naprawą poważnych awarii. Analiza ówczesnych trendów zakupowych na polskim rynku motoryzacyjnym wskazuje wyraźnie, że w ostatnim czasie zauważalny jest niewielki wzrost sprzedaży pojazdów hybrydowych oraz elektrycznych. Pojazdy z tego segmentu rynkowego w większości przypadków kojarzą się z wysokim stopniem zaawansowania technologicznego i proekologicznym stylem życia. Natomiast rzadko, kiedy przyszły posiadacz pojazdu elektrycznego z danego segmentu rynkowego zastanawia się nad kosztami jego eksploatacji, a dokładniej strategią kształtowania się cen części zamiennych w przypadku ewentualnej naprawy eksploatacyjnej czy też pokolizyjnej[2]. Zdaniem wielu ekspertów z rynku

motoryzacyjnego to właśnie ten czynnik powinien w głównej mierze decydować o wyborze i zakupie tego rodzaju pojazdu a nie niski koszt przejechania jednego kilometra[20]. Nie zmienia to faktu, że posiadanie pojazdu elektrycznego wiąże się z dużą kosztocłonnością, która wraz z postępującym okresem eksploatacji prowadzić będzie do poniesienia co raz to wyższych kosztów jego utrzymania w celu zachowania wysokiej sprawności technicznej. Pomimo, iż z biegiem lat producenci pojazdów elektrycznych z pewnością we wszystkich swoich modelach wprowadzą opcje umożliwiającą wymianę modułową baterii lub w niektórych przypadkach możliwość ich regeneracji[9]. Zatem jednym z determinantów wyboru pojazdu poza niskim kosztem przejechania jednego kilometra powinna być analiza cen części zamiennych.

Analiza przedstawionych w tabelach od 1 do 3 wyników eksperymentu numerycznego w odniesieniu do kosztów napraw pojazdów elektrycznych i spalinowych pozwala na stwierdzenie, że:

- na koszt napraw eksploatacyjnej ma wpływ rodzaj jednostki napędowej, w jaką wyposażony jest dany pojazd,
- występują dysproporcje cenowe zarówno w odniesieniu do cen części zamiennych, robocizny jak i całkowitych kosztów napraw,
- w odniesieniu do pojazdu elektrycznego i hybrydowego szczególnie wysokie koszty naprawy w procesie eksploatacyjnym odnoszą się do wymiany jednostki napędowej a dokładnie ceny części, jaką jest jednostka napędowa,
- oszczędności w odniesieniu do pojazdów elektrycznych zaobserwowano w przypadku kosztów robocizny,
- analiza kosztowa poszczególnych koszyków części wykazała bezsprzecznie, że proces naprawy eksploatacyjnej pojazdu elektrycznego i hybrydowego jest bardziej kosztocłonny niż pojazdu zasilanego paliwem konwencjonalnym.

Reasumując zaprezentowane przez autora rozważania dotyczące wpływu kosztów napraw eksploatacyjnych samochodów osobowych na rozwój elektromobilności w Polsce nie wyczerpują w pełni istoty zagadnienia a stanowią jedynie próbę zasygnalizowania złożoności badanej problematyki. Natomiast poprawność zaproponowanych założeń z pewnością w ciągu kilku lat zweryfikuje rynek, co pozwoli na dalszą ocenę wpływu parametru koszty eksploatacji na decyzje zakupowe w przypadku klientów indywidualnych jak i grupowych w odniesieniu do tej kategorii pojazdów.

Literatura

- [1] Burnewicz J. Sektor samochodowy w Unii Europejskiej. WKŁ. Warszawa 2005.
- [2] Badania dotyczące wykorzystania części zamiennych w naprawach blacharsko-lakierniczych. Przemysłowy Instytut Motoryzacji. Warszawa 2010.
- [3] Fick. B. Samochody elektryczne. KabE Warszawa 2015.
- [4] Instrukcja programu Audatex. Audatex Polska Warszawa 2016.
- [5] Lewicki W. The economic dimension of the electromagnetic process–comparison study of costs of repairs of electric vehicles and power. Journal of KONES Powertrain and Transport 2017; 3: 169-174.
- [6] Matuszewicz J. Rachunek kosztów. Finanse-Service, Warszawa 2001.
- [7] Materiały wewnętrzne VW Polska, Warszawa 2017.

- [8] Nowak E. Rachunek kosztów. Rachunkowość zarządcza. Controlling. Przeszłość - teraźniejszość – przyszłość. Wrocław 2017.
- [9] Nemry F, Leduc G, Munoz A. Plug – in hybrid and battery – electric vehicles: State of the research and development and comparative analysis of energy and cost efficiency, Luxembourg: Institute for Prospective Technological Studies, European Commission Joint Research Centre, Luxembourg 2009.
- [10] Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce. Energia do Przyszłości Ministerstwo Energii dokument z 16 marca 2017 roku.
- [11] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 8 października 2010 r. w sprawie wyłączenia określonych porozumień wertykalnych w sektorze pojazdów samochodowych spod zakazu porozumień ograniczających konkurencję Dz.U. 2010 nr 198 poz. 1315.
- [12] Szumanowski A. Hybrid electric Vehicle Drives Design. Institute of Sustainable Technologies. 2005.
- [13] Reis A. The role of battery electric vehicles, plug-in hybrids and fuel cell electric vehicles – a portfolio of power-trains for Europe: A fact based analysis. London: McKinsey and Company. 2010.
- [14] Rudnicki T. Koszty eksploatacji pojazdu elektrycznego Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne. 2012; 97: 49-51.
- [15] Uzdowski M, Abramek K, Gar K. Eksploatacja techniczna i naprawa. Pojazdy samochodowe, WKŁ, Warszawa 2012.
- [16] Wicher J. Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. WKŁ, Warszawa 2005.
- [17] Wróblewski P, Kubiec J. Diagnostowanie podzespołów i zespołów pojazdów. WKŁ Warszawa 2014.
- [18] Zając P. Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy WKŁ. Warszawa 2015.
- [19] Wu G, Inderbitzin A , Bening C. Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments Energy Policy 2015; 80: 196-214.
- [20] Zhang T , Gensler S, Garcia R. A study of the Diffusion of Alternative Fuel Vehicles: An Agent-Based Modeling Approach Journal of Product Innovation Management. 2011; 28: 152-168.