
Jacek Brdulak, Piotr Pawlak

Elektromobilność czynnikiem zmian jakościowych polskiego transportu samochodowego

Streszczenie: Transport samochodowy odgrywa obecnie ważną rolę w rozwoju społeczno-gospodarczym kraju. Nie zmienia to faktu, iż należy przeciwdziałać kosztom zewnętrznym transportu samochodowego i brać pod uwagę tę gałąź transportu we wszelkich strategiach zrównoważonego rozwoju. Jedną z możliwości jest wdrożenie na szerszą skalę samochodów elektrycznych w całym parku samochodowym. Infrastruktura i flota pojazdów elektrycznych może być potencjalnym elementem polskiego rynku energii. W artykule przedstawiono aktualne trudności związane z upowszechnianiem elektromobilności transportu samochodowego, które wpływają na niewielką liczbę tego typu pojazdów na rynku. Niski udział samochodów elektrycznych wpływa z kolei na mniejsze możliwości ich wykorzystania jako elementu polskiego rynku energii, przynajmniej w perspektywie najbliższych kilku lat.

Słowa kluczowe: transport samochodowy, park samochodowy, samochody elektryczne, elektromobilność, polski rynek energii

Motor transport as an element of the Polish energy market

Summary: Motor transport currently plays an important role in the socio-economic development of the country. It does not change the fact that the negative external costs of motor transport should be eliminated and this branch of transport should be taken into account in all sustainable development strategies. One possibility is the wider deployment of electric cars across the entire car fleet. The infrastructure and fleet of electric vehicles may be a potential element of the Polish energy market. The article presents the current difficulties related to the dissemination of electromobility in motor transport, which affect the small number of such vehicles present on the market. The low share of electric cars, in turn, reduces the possibility of their use as an element of the Polish energy market, at least in the next several years.

Keywords: motor transport, car fleet, electric cars, electromobility, Polish energy market

JEL: L62, L94, O13, O18

Przedstawiona w artykule tematyka wiąże się z zagadnieniami aktualnymi dla obecnego rozwoju przemysłu motoryzacyjnego oraz kwestii zrównoważonego rozwoju transportu. Elektryfikacja transportu samochodowego niesie za sobą szanse rozwoju bardziej zrównoważonego systemu transportowego.

Działalność transportowa jest prowadzona w określonym układzie (Kuciński, 2015, s. 306-307). Przedsiębiorstwa transportowe (przewoźnik, operator logistyczny, spedytor) korzystają z tzw. technicznych elementów systemu transportowego, czyli środków transportu (samochodów, pociągów, samolotów, statków), infrastruktury liniowej (dróg, linii kolejowych, dróg wodnych, kanałów morskich, korytarzy powietrznych itp.) oraz infrastruktury punktowej transportu (przystanków autobusowych, miejsc obsługi podróżnych, stacji kolejowych, portów morskich, lotnisk). Po drugiej stronie znajduje się użytkownik usługi transportowej, który przekazuje przedsiębiorstwom ładunek, który często jest obsługiwany przez zaplecze przeładunkowe i składowo-magazynowe transportu. Układ ten jest charakterystyczny dla każdej gałęzi transportu, a wszystkie gałęzie transportu na obszarze państwa lub regionu tworzą system transportowy.

Systemy transportowe, ze względu na rolę w obsłudze procesów społeczno-gospodarczych, analizowane są również w zakresie ich relacji ze środowiskiem, energochłonnością, bezpieczeństwem, emisyjnością i innymi zależnościami. Dotyczy to także w oczywisty sposób transportu samochodowego, jednej z najważniejszych gałęzi transportowych. Niestety, polski park samochodowy jest cały czas przestarzały, co wpływa negatywnie na wymienione wyżej kwestie. Średni wiek samochodu osobowego w 2019 roku wynosił 14,1 roku (była to wartość o 0,2 roku wyższa niż w 2018 roku), natomiast mediana sięgała piętnastu lat, o rok więcej w stosunku do poprzedniego roku (PZPM, 2020, s. 26). Czynniki te wpływają na konieczność uwzględniania transportu samochodowego w strategiach zrównoważonego rozwoju.

Transport samochodowy w strategii zrównoważonego rozwoju

Transport samochodowy obecny jest w strategiach zrównoważonego rozwoju już od dłuższego czasu. Analizowane są jego uciążliwości, takie jak na przykład: terenochłonność (Brdulak, Zakrzewski, 2008, s. 31-47), wypadkowość, uciążliwość urbanizacyjna (Krysiuk, Brdulak, Banak, 2015, s. 881-886), zasobochłonność czy wysoki koszt infrastrukturalny (Brdulak, Florczak, Krysiuk, 2019). Jednakże rozwój tej gałęzi transportu ma na celu przezwyciężanie wielowiekowych zaniedbań infrastrukturalnych w rozwoju transportu (Brdulak, Pawlak, 2016, s. 5-21), jego wpływ na zwiększanie mobilności społecznej, wyrównywanie konkurencyjności regionalnej w zróżnicowanej rozwojowo przestrzeni kraju (Brdulak, Pawlak, 2017, s. 47-61), zmniejszanie kosztów obsługi życia społeczno-gospodarczego (Pawlak, 2020, s. 65-82) oraz eksport usług transportowych (Brdulak, Zakrzewski, 2008, s. 31-47).

Zadania strategiczne rozwoju transportu związane są z takimi działaniami jak: znaczna redukcja zanieczyszczeń środowiska, podniesienie bezpieczeństwa transportu, zahamowanie tempa wzrostu zużycia energii, zapewnienie wzrostu efektywności energetycznej i surowcowej oraz ogólnie – wpisywanie się transportu w politykę ekologiczną państwa. W przeciwieństwie do transportu drogowego, transport wodny (morski i śródlądowy) oraz kolejowy, w mniejszym stopniu zanieczyszczają środowisko, w związku z czym są odpowiedzialne za zdecydowanie mniejsze koszty zewnętrzne wynikające z negatywnego wpływu transportu na otoczenie (MT-

BiGM, 2013, s. 25). Zaznaczają się dwie zasadnicze sfery spraw łączących się z umiejscowieniem transportu samochodowego w strategii zrównoważonego rozwoju:

- działalność inwestycyjna w drogownictwie, stanowiąca bazę zmian jakościowych zachodzących w warunkach funkcjonowania transportu samochodowego;
- działalność eksploatacyjna pojazdów samochodowych i wdrażanie osiągnięć postępu naukowo-technicznego w sferze ich produkcji i wprowadzania nowych rozwiązań konstrukcyjnych.

Zgodnie z metodologią i scenariuszem BAU¹ zakłada się, że wśród sektorów gospodarczych jednym z najszybszych wzrostów szkodliwych emisji do atmosfery charakteryzować się będzie transport. Jego udział w całości emisji zwiększy się z 13 proc. w 2009 r. do 16 proc. w 2030². Oczywiście, skutki pandemii SARS-CoV-2 mogą wpłynąć na mniejszą emisyjność transportu samochodowego, należy jednak pamiętać, że ograniczenie mobilności nie jest celem. Zmieniła się również średniookresowo struktura zużycia energii przez poszczególne gałęzie transportu. Jednakże samo zjawisko będzie się pogłębiać i należy podjąć inne działania. Energetyczna część analizy rezultatów rachunku ekonomicznego pozwala stwierdzić, że istotne polepszenie jakości drogi (w skali krajowej to autostrady i tzw. drogi ekspresowe) umożliwi redukcję energochłonności przedsiębiorstw transportowych i użytkowników ich usług w zależności od regionu o 20-30 proc. I to mimo zwiększającej się systematycznie liczby pojazdów drogowych (Brdulak i in., 2017).

Samochody elektryczne – krótka charakterystyka

Transport samochodowy osób i ładunków ma zalety, które uczyniły z tej gałęzi transportowej powszechny środek przewozowy o istotnym znaczeniu społeczno-gospodarczym. Transport samochodowy charakteryzuje się stosunkowo dużą prędkością, względnie dużą ładownością i powierzchnią, a co jest najistotniejsze, gwarantuje możliwość bezpośredniego przewozu „od drzwi do drzwi”. Cecha ta pozwala obniżyć koszty aktywności społeczno-gospodarczej i przyspiesza komplikujące się nieustannie procesy społeczne i wytwórcze. Transport samochodowy podczas wytwarzania usług przewozowych zużywa m.in. następujące nośniki energii (Bentkowska-Senator i in., 2016, s. 216): paliwa ciekłe, stałe i gazowe, energię elektryczną, słoneczną czy parową.

Obecnie, zgodnie z oczekiwaniami związanymi z ograniczaniem uciążliwości emisyjnej transportu samochodowego, od tej gałęzi transportu oczekuje się zmiany wykorzystywanych nośników energii. Działania prośrodowiskowe wpisują się w strategię zmniejszania emisji gazów cieplarnianych³. Zgodnie z licznymi strategiami prośrodowiskowymi, wykazuje się, iż niezbędne jest zmniejszenie gazów cieplarnianych emitowanych przez transport samochodowy o co najmniej 60 proc. do 2050 roku, w porównaniu z poziomem w 1990 roku. Zadanie to wy-

¹ BAU – metodologia analizowania zmian w rozległych, systemowo powiązanych zbiorowościach. Bazą rozważań staje się na przykład długoterminowa prognoza rozwoju gospodarczego. „Nakłada się” na nią analizowane zjawiska i zmiany bez szczegółowego badania powstających związków przyczynowo-skutkowych i możliwych scenariuszy rozwoju zjawisk.

² Według: Bank Światowy BAU dla państw rozwiniętych gospodarczo.

³ W 2020 r. emisja gazów cieplarnianych w Europie powinna zmniejszyć się o 20% w porównaniu z rokiem 1990. Zmniejszenie aktywności produkcyjnej Unii Europejskiej z powodu pandemii SARS-CoV-2 pomogło osiągnąć ten cel. Por.: *Plan działania w zakresie energii do 2050 roku*, Komisja Europejska, KOM 2011.

maga podjęcia wielopłaszczyznowych działań zarówno samego sektora transportu jak i całego systemu społeczno-gospodarczego państw, które gwarantowałyby osiągnięcie celów w zakresie ochrony środowiska naturalnego (Bentkowska-Senator i in., 2016, s. 375). Zamierza się osiągać te cele dzięki szerszemu zastosowaniu w transporcie samochodowym alternatywnych napędów (elektrycznych, hybrydowych, wodorowych) oraz wykorzystania alternatywnych paliw (np. CNG, LNG, biometanu, mieszanek biopaliw).

Najpowszechniejszym przejawem tych tendencji jest obecnie stopniowe upowszechnianie się napędu hybrydowego. Jednakże przewiduje się, że będzie on systematycznie zastępowany przez napęd elektryczny, akumulatorowy. Przewiduje się, że pomimo nadziei związanych z samochodowymi silnikami elektrycznymi zasilanymi wodorowymi ogniwami paliwowymi, skomplikowane i kosztowne uwarunkowania procesu wodoryzacji transportu samochodowego wpłyną na to, że napęd ten nie upowszechni się w znacznym stopniu (Bentkowska-Senator i in., 2016, s. 378, Kordel, 2019). Poniżej opisano podstawowe grupy pojazdów elektrycznych.

HEV – *Hybrid Electric Vehicle*

Pojazdy te są wyposażone równocześnie w silnik spalinowy i napęd elektryczny, bez możliwości doładowania baterii z zewnętrznych źródeł energii. Pojazd ten korzysta z konwencjonalnego paliwa oraz energii, którą sam wytworzył w trakcie hamowania, zwalniania, dojeżdżania do skrzyżowania, czy podczas innych manewrów. Wykorzystanie tego typu pojazdu jest efektywne w sytuacji wysokiej kongestii oraz w tzw. godzinach szczytu (Mazda.pl, dostęp 14.10.2020), ponieważ silnik elektryczny pracuje przy niższych prędkościach.

PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*

Pojazdy te są hybrydami typu *plug-in*, pojazdami z częściowo konwencjonalnym, a częściowo elektrycznym napędem. Można go zatankować na stacji benzynowej, jak również naładować jego baterie bezpośrednio z zewnętrznego źródła energii, tak samo jak całkowicie elektryczny pojazd typu BEV. Pojazdy te mają gniazdo i wtyczkę, za pomocą których można je ładować. PHEV są coraz popularniejsze ze względu na połączenie korzyści wynikających z dwóch rodzajów jednostki napędowej. Podróżując takim pojazdem można korzystać z silnika spalinowego, przełączyć się na napęd elektryczny lub włączyć tryb hybrydowy. Dzięki wykorzystaniu przedstawionych zalet, zasięg takich pojazdów jest stosunkowo duży, nawet do 1000 km. Oczywiście, podczas jazdy przy użyciu wyłącznie napędu elektrycznego zasięg będzie mniejszy od zasięgu pojazdu całkowicie elektrycznego, ze względu na mniejszą pojemność baterii, o czym decydują kwestie konstrukcyjne. Również utrzymanie i konserwacja dwóch jednostek napędowych, zasilanych różnymi źródłami energii, jest kosztowniejsza i może generować konieczność wykonania większej liczby niezbędnych napraw. Wykorzystanie tego typu pojazdów umożliwia ograniczenie zużycia tradycyjnego paliwa, jednakże wykorzystanie jedynie napędu elektrycznego możliwe jest tylko na krótkich dystansach (MAP, dostęp 19.11.2020). Koszty produkcji tych pojazdów są odpowiednio wyższe, a ich użytkowanie nie wpłynie na całkowitą eliminację emisji spalin.

REEV – *Range Extended Electric Vehicle*

Pojazdy typu REEV to samochody elektryczne o rozszerzonym zasięgu, tak jak pojazdy typu PHEV, oprócz silnika elektrycznego, który jest podstawową jednostką napędową, są wy-

posażone w silnik spalinowy. Jednakże silnik spalinowy włącza się tylko w sytuacji, gdy niezbędne jest wytworzenie energii potrzebnej do naładowania akumulatora. Rozwiązanie to pozwala zwiększyć zasięg pojazdu. Pojazd typu REEV sprawdza się wśród użytkowników, którzy na co dzień pokonują krótkie odcinki, a jedynie sporadycznie przemierzane trasy są dłuższe. Ze względu na użycie dwóch jednostek napędowych, nie likwiduje się całkowicie emisji szkodliwych substancji, a cena pojazdu i koszty jego utrzymania mogą być wyższe niż pojazdów z jedną jednostką napędową (Marker i in., 2013).

BEV – *Battery Electric Vehicle*

Pojazdy typu BEV są w pełni elektryczne, zasilane akumulatorami ładowanymi z gniazdka. Nie są wyposażone w silnik spalinowy, wykorzystywana jest tylko elektryczna jednostka napędowa. Pojazdy BEV w najistotniejszy sposób przyczyniają się do zmniejszania śladu węglowego, zasilane są tylko akumulatorem, dlatego nie emitują do atmosfery szkodliwych substancji. Zasięg pojazdu zależy od pojemności akumulatorów (Mazda.pl, dostęp 14.10.2020). Dobrze sprawdzają się w miastach oraz na krótkich dystansach. Zaletą mogą być również koszty eksploatacyjne, co wiąże się przede wszystkim z możliwością ładowania takiego pojazdu w domu, najczęściej w porze nocnej, gdy stawki za energię elektryczną mogą być niższe. Mechanika w samochodach całkowicie elektrycznych jest o wiele prostsza niż w pojazdach o konwencjonalnym napędzie. Pojazdy te są wyposażone w mniej części i mniej płynów niezbędnych do uzupełniania.

Napęd elektryczny będzie miał coraz większy wpływ na rozwój motoryzacji. Jednakże ciężko określić, który trend będzie najistotniejszy. Poziom sprzedaży samochodów w perspektywie najbliższych lat będzie zależał od preferencji konsumentów. Automatycznie będzie się to wiązało z poszerzeniem oferty producentów i wzrostem konkurencji na rynku (MAP, dostęp 19.11.2020), co może prowadzić do spadku cen samochodów z alternatywnymi napędami. Coraz nowsze rozwiązania technologiczne wpływają na przeobrażenia na rynku pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii. Obecnie zasięg niektórych pojazdów całkowicie elektrycznych, tzw. BEV, na pełnym ładowaniu może wynieść do 300-400 km (Wybory kierowców.pl, dostęp 15.10.2020). Zgodnie ze stosowaną obecnie miarą WLTP, stosowana na całym świecie procedura testowa zbliżona do rzeczywistych warunków jazdy (volkswagen.pl, dostęp 15.10.2020), zasięg łączny wielu elektrycznych pojazdów dostępnych na rynku wynosi ponad 300 km, niektórych modeli nawet ponad 500 km. Wprowadza i stosuje się coraz powszechniej innowacyjne systemy, takie jak np. układ rekuperacji. Zgodnie z informacjami od producenta Porsche, zastosowany system potrafi odzyskać nawet 90 proc. energii wytracanej podczas hamowania. Podczas aktywnego hamowania najpierw stosowana jest rekuperacja, a w sytuacji gdy niezbędne jest mocniejsze hamowanie, uruchamiany zostaje hamulec mechaniczny. Wykorzystanie dużej mocy rekuperacji (do 265 kW), pozwala odzyskać jedną trzecią zasięgu (porsche.pl, dostęp 15.10.2020).

Rynek samochodów elektrycznych dynamicznie się zmienia. Zmiany te nastąpiły w ciągu ostatniej dekady, dlatego należy się spodziewać, że do 2030 roku dojdzie do kolejnych zmian, zwłaszcza w kwestii stosowanych technologii, ich cen i powszechności. Zgodnie z danymi firmy konsultingowej Cairn Energy Research Advisors, w 2019 roku akumulatory Tesli charakteryzowały się kosztem 156 USD za kilowatogodzinę (kWh). Jednakże dane Między-

narodowej Agencji Energetycznej wskazują na możliwy spadek ceny do 125 USD za kWh już w 2022 roku. Nie jest to jeszcze jednak poziom by skutecznie konkurować z samochodami spalinowymi. Gdy koszt wyniesie 100 USD za kWh (Bellon, Randewich, Rana, dostęp 06.11.2020), pojazdy elektryczne będą konkurencyjne dla pojazdów z konwencjonalnym napędem. Oprócz spadku ceny za kWh, wystąpią inne efekty postępu technologicznego. Postęp w zakresie magazynowania energii będzie wpływał na zmniejszanie rozmiaru baterii, co obniży masę pojazdu i zwiększy jego zasięg. Wykorzystanie innowacyjnych, wytrzymałych i lekkich materiałów, również pomoże zmniejszać masę pojazdu. Powszechny proces recyklingu baterii pozwoli także obniżać ich cenę.

Pomimo różnych przeciwności, największe koncerny samochodowe wprowadzają systematycznie samochody elektryczne do swojej oferty. Prezes koncernu PSA, Carlos Tavares, skupia się na elektryfikacji oferowanych samochodów, pomimo iż nie lubi aut elektrycznych. Tavares otwarcie krytykuje Unię Europejską, która je faworyzuje i stwierdza, że Komisja Europejska jest oderwana od rzeczywistości w swoim dążeniu do ograniczania emisji CO₂. Nie zmienia to jednak faktu, że koncern PSA przygotowuje się do zmian w tym względzie. Zgodnie z planem, w roku 2020 co drugie auto oferowane przez PSA miało być w jakimś stopniu zelektryfikowane, a w 2025 każde ma mieć opcję choćby napędu hybrydowego (autokult.pl, dostęp 17.02.2021).

Infrastruktura i flota pojazdów elektrycznych jako potencjalny element polskiego rynku energii

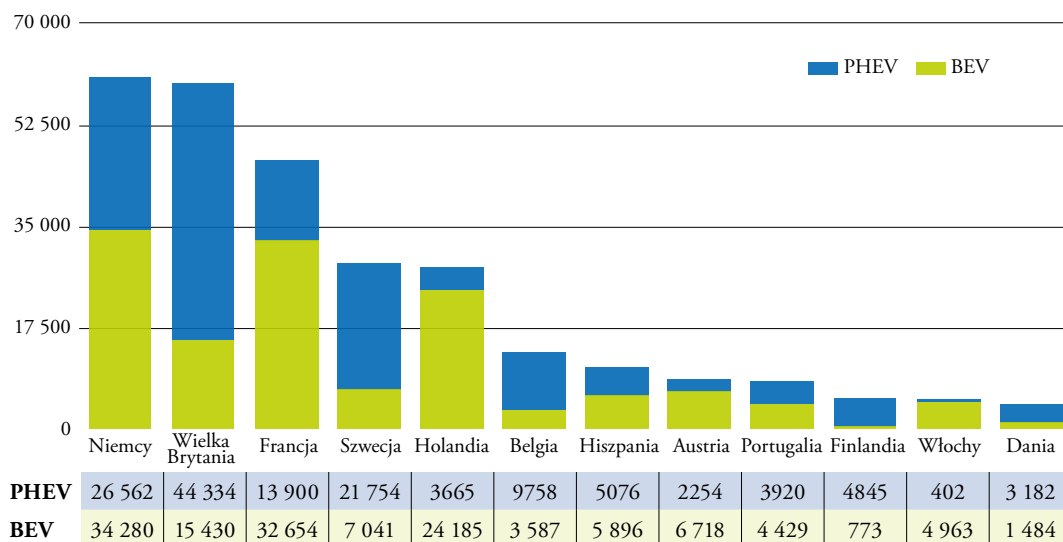
Zmiany jakościowe napędu pojazdów samochodowych i związanej z nimi energochłonności transportu samochodowego, są cały czas dalekie od wywoływania satysfakcji społecznej w rozwiniętych państwach świata, pomimo dynamiczniejszego tempa zmian w ciągu ostatnich lat. Do niedawna przewidywania specjalistów zakładały, że w 2020 roku w Polsce eksploatowanych będzie ok. 25 tys. samochodów elektrycznych. Niestety, ich liczba zwiększa się wolniej niż liczba pojazdów z napędem konwencjonalnym (Gis, Kordel, Menes, 2013). Na koniec 2020 roku eksploatowano w Polsce 17 121 elektrycznych samochodów osobowych (PSPA, dostęp 26.08.2020). Wśród nich 9214 to pojazdy w pełni elektryczne (BEV, ang. *battery electric vehicles*), a pozostała część to hybrydy typu plug-in (PHEV, ang. *plug-in hybrid electric vehicles*)⁴ – 7907 szt.

W porównaniu do sprzedaży samochodów osobowych z różnymi napędami, samochody elektryczne to wciąż znikomy udział. Przyrost procentowy liczby rejestracji samochodów elektrycznych rok do roku jest stosunkowo wysoki. Nie zmienia to faktu, że w całej strukturze nowych rejestracji w 2019 roku, pojazdy BEV to 0,3 proc., a pojazdy PHEV 0,2 proc.

Park elektrycznych pojazdów ciężarowych i dostawczych w połowie 2020 roku wynosił 621 sztuk. Elektrycznych motorowerów i motocykli było 7748 (Brdulak, Chaberek, Jagodziński, 2020). W eksploatacji znajduje się także 335 autobusów elektrycznych. Warty odnotowania jest fakt, że przez pierwsze siedem miesięcy 2020 r. flota zeroemisyjnych elektrobusesów wzrosła o 106 sztuk. Wyniki te były dwukrotnie lepsze w stosunku do 2019 roku. Niestety, takie tempo wzrostu floty zeroemisyjnych elektrobusesów pozwoli na zwiększenie ich udziału do oczekiwanych 90 proc. za 60-70 lat (Brdulak, Chaberek, Jagodziński, 2020, 13-16, s. 4239).

⁴ Samochody, które po przełączeniu napędu zdolne są do dłuższej jazdy w trybie elektrycznym lub spalinowym.

Rysunek 1 Nowe pojazdy elektryczne sprzedane w 2018 r., pod uwagę wzięto kraje ze sprzedażą ponad 4 tys. takich pojazdów



Uwaga: przedstawione liczby dotyczą samochodów elektrycznych sprzedanych w poszczególnych krajach. Na wykresie znajdują się kraje członkowskie, w których w 2018 roku zarejestrowano co najmniej 4 tys. samochodów elektrycznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: The European Environment Agency.

Dla zjawiska rozpowszechniania elektromobilności ważny jest również stan infrastruktury umożliwiającej ładowanie pojazdów hybrydowych i elektrycznych. Na koniec 2020 roku funkcjonowały w Polsce 1324 ogólnodostępne stacje ładowania pojazdów elektrycznych (2319 punktów pobierania prądu). Jedną trzecią ładowarek stanowiły szybkie stacje ładowania prądem stałym (DC – 427 stacji), a dwie trzecie wolne ładowarki prądu zmiennego (AC – 897 stacji) o mocy mniejszej lub równej 22 kW. Miesięcznie oddaje się do eksploatacji 30 nowych, ogólnodostępnych stacji ładowania (ok. 60 punktów poboru) (PSPA, dostęp 26.08.2020). Nadal jest to liczba niewystarczająca w stosunku do oczekiwanych rezultatów rozwoju elektromobilności w Polsce⁵.

Na tle innych krajów europejskich są to niskie wyniki. W 2018 roku w krajach UE nadal rosła sprzedaż hybrydowych samochodów elektrycznych typu *plug-in* (PHEV) i samochodów z napędem akumulatorowo-elektrycznych (BEV). Łączny udział pojazdów tych dwóch grup w całkowitej sprzedaży nowych samochodów osiągnął zaledwie 2 proc. w 2018 r. Przy poziomie około 150 000 rejestracji, sprzedaż pojazdów typu BEV wzrosła o 50 proc. w porównaniu do roku poprzedniego. W 2018 r. zarejestrowano około 145 000 pojazdów typu PHEV, co stanowiło wzrost o 15 proc. w porównaniu do 2017 r. Liderami wśród krajów z największym procentowym udziałem sprzedaży tego typu pojazdów były kraje skandynawskie: Islandia (15 proc.) i Szwecja (8,4 proc.) oraz Holandia (6,8 proc.) (EEA, dostęp 12.10.2020). Liczbowe zestawienie przedstawia rys. 1. W Niemczech w 2018 roku sprzedano prawie 61 tys. samochodów elektrycznych. Niestety, Polska nie znalazła się na tym wykresie, który przedstawia

⁵ Koncerny motoryzacyjne obecne na polskim rynku transportu samochodowego planują otwieranie w przyszłości 3 – 4 tys. stacji ładowania każdy. Tak było z koncernem Volkswagena, który w 2019 roku ogłosił przesunięcie swoich planów inwestycyjnych w Polsce po fiasku rozmów z rządem na temat bonusów związanych z indywidualnymi dla przedsiębiorstwa cenami dostaw prądu elektrycznego od polskich, państwowych dostawców.

12 państw europejskich, w których sprzedano co najmniej 4 tys. samochodów elektrycznych. Świadczy to o niewielkiej skali sprzedaży pojazdów elektrycznych w Polsce, ponieważ ostatnia na wykresie Dania osiągnęła sprzedaż rzędu 4,5 tys. tego typu pojazdów.

Pojazdy te mogą być również elementem polskiego rynku energii. Rozwój magazynowania energii w bateriach samochodowych oraz magazynach energii, które są zlokalizowane przy punktach ładowania pojazdów, może wpłynąć na postrzeganie infrastruktury samochodów elektrycznych jako dodatkowych zasobów energii. Również rozwój rynku tego typu pojazdów pozwoliłby na większą elastyczność w obsłudze sieci energetycznej i pracę Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Można założyć, że niektóre pojazdy mogłyby oddawać energię w porze szczytowego zapotrzebowania, a ładować się w momencie mniejszego obciążenia sieci, przeważnie w tzw. dolinie nocnej. Oczywiście, zwiększenie floty pojazdów elektrycznych będzie wiązało się z generowaniem dodatkowego popytu na energię. Pozwoli to jednak sektorowi energetycznemu wprowadzić elastyczne rozwiązania zarządzania dysponowaniem energią i zarobić w związku ze sprzedażą dodatkowej energii, a zarobione w ten sposób środki będą mogły zostać przeznaczone m.in. na finansowanie innowacji w sektorze energii (ME, 2017).

Trudności w upowszechnianiu elektromobilności transportu samochodowego

Wdrażanie elektromobilności to powolny proces, który wymaga systematycznych działań na wielu płaszczyznach. Oczekiwania pod względem rozwoju rynku są dużo większe niż realne zmiany struktury napędów poszczególnych pojazdów. Pomimo iż rośnie liczba komercyjnych punktów ładowania samochodów z napędem elektrycznym to nadal na mapie Polski są luki w tym względzie. Optymalnym rozwiązaniem jest powiązanie rozwoju odnawialnych źródeł energii ze wzrostem liczby punktów ładowania oraz liczby samochodów z napędem elektrycznym. Pozwoli to osiągać z roku na rok większą elastyczność w obsłudze sieci energetycznej i pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Wykorzystanie odnawialnych źródeł do produkcji energii elektrycznej pozwala zmniejszać emisje CO₂ w całym cyklu WTT (z ang. *Well-to-Tank*, przepływ energii od źródła do akumulatorów zainstalowanych w pojeździe). Szacuje się, że na transformację energetyczną w najbliższej dekadzie do wykorzystania będzie aż 200 mld zł (<https://biznes.interia.pl>, dostęp 18.11.2020). Kwoty na rozwój elektromobilności będą mniejsze, należy jednak wdrażać już działania, które ułatwią i zdynamizują cały proces elektryfikacji parku samochodowego. Prognozy dotyczące redukcji energochłonności transportu samochodowego mogą ulec zmianie ze względu na obecną sytuację w Polsce i na świecie.

Zachodzące uwarunkowania społeczno-gospodarcze związane z globalną pandemią SARS-CoV-2 mogą mieć długotrwały charakter i zmienić tendencje w sferze motoryzacyjnej w bogatych społeczeństwach opartych na powszechnym konsumpcjonizmie (Niedziółka, 2012). Z jednej strony, sytuacja ta może doprowadzić w nadchodzących latach do pewnego racjonalizmu związanego z rozwojem tej gałęzi transportu. Z drugiej zaś, rynek sprzedaży internetowej, który wykorzystuje przeważnie transport samochodowy do obsługi transakcji, może się powiększać.

Artykuł prezentuje rozważania, które stanowią relację z pierwszego etapu badań prowadzonych w Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Oczywiście, istnieje możliwość ich weryfikacji i uzupełnienia w 2021 roku. Poniżej przedsta-

wiono trudności związane z wprowadzaniem elektromobilności w transporcie samochodowym w obecnej sytuacji społeczno-gospodarczej. Uwarunkowania, które utrudniają szybkie i systematyczne wprowadzanie zmian jakościowych w energochłonności transportu samochodowego, prezentują się następująco.

1. Brak konsekwentnych działań administracyjnych. W pierwszej połowie 2020 roku zlikwidowano Fundusz Transportu Niskoemisyjnego (FTN), który został utworzony dwa lata wcześniej. Fundusz miał być odpowiedzialny za finansowanie zakupów samochodów elektrycznych i budowę ogólnodostępnych ładowarek. Tak funkcjonujący FTN miał zastąpić wieloletnie zobowiązania NFOŚiGW w tym zakresie. Rekompensatą miały być przepisy zawarte w rozporządzeniu Ministra Klimatu, które określały poziom dofinansowania dla osób fizycznych zakupu samochodów o napędzie elektrycznym. Przewidywano 37,5 tys. zł dopłaty przy górnym limicie ceny samochodu 124 tys. zł. Jednakże przygotowane w 2019 r. stawki uznano za zbyt wysokie i wszystko wskazuje, że będą one dwa razy niższe⁶. Drugą kwestią jest nadal wysoka cena samochodów z napędem elektrycznym, większość z modeli oferowanych obecnie na rynku przewyższa wartość 124 tys. zł.

2. Pandemia koronawirusa spowodowała znaczny spadek produkcji i sprzedaży samochodów, zwłaszcza pojazdów osobowych. Na przełomie marca i kwietnia 2020 r. spadek wyniósł w państwach Unii Europejskiej 70 proc. W perspektywie całego roku przewiduje się spadek rzędu 40-50 proc. produkcji i sprzedaży samochodów osobowych. Konieczność ponoszenia wydatków związanych z zapobieganiem skutków pandemii koronawirusa wpływa na poszukiwanie oszczędności, m.in. w programach związanych z elektryfikacją samochodów. Wydaje się, że obecnie klienci nie są w dużym stopniu zainteresowani samochodami z napędem elektrycznym. Wpływają na to wysoka cena tych samochodów, słaba infrastruktura elektromobilności, zbyt mały zasięg samochodów elektrycznych czy niestabilne ceny energii elektrycznej. Zgodnie z dostępnymi dla rynku danymi okazuje się, że ładowanie samochodów elektrycznych przy wykorzystaniu szybkich ładowarek może być porównywalne do kosztu zatankowania samochodu z napędem konwencjonalnym.

3. Polskie przepisy prawne mają za zadanie wspomagać rozwój rynku aut elektrycznych, zwłaszcza w pierwszej fazie jego rozwoju. Planowane jest przeznaczenie w ciągu 10 lat, tj. 2018-2027, ok. 60 mln złotych na cel związany z rozwojem elektromobilności. Przy obecnym poziomie cen tych samochodów jest to kwota dalece niewystarczająca. Obecnie na zakup mniejszego lub średniego samochodu elektrycznego trzeba przeznaczyć ok. 85 tys. zł – 130 tys. zł (<https://www.auto-swiat.pl>, dostęp 10.11.2020). Przyjmując średnią na poziomie 107,5 tys. zł, dofinansowanie w wysokości 60 mln zł starczy na zakup ok. 560 samochodów elektrycznych. Oczywiście, ceny samochodów z napędem elektrycznym będą małe, jednak skala dofinansowania pozwoli jedynie rozpocząć proces elektryfikacji, jednakże całościowo efekty wsparcia będą niewystarczające. Aby w 2025 roku w Polsce zarejestrowanych było milion pojazdów elektrycznych należy zaangażować znacznie większe środki i wprowadzić szereg zachęt dla klientów instytucjonalnych oraz indywidualnych. Niestety, częściej teraz dochodzi w niektórych krajach do redukcji pomocy rządowej dla rozwoju elektromobilności czy likwidacji pew-

⁶ Należy jednak dodać, że niektóre władze samorządowe ustalają swoje własne preferencje dla elektromobilności w transporcie samochodowym. Przykładowo, w województwie zachodniopomorskim wprowadzono 30 tys. zł umorzenia pożyczki zaciągniętej na zakup samochodu elektrycznego. Ograniczeniem w jej uzyskaniu jest tylko miejsce zamieszkania.

nych przywilejów dla tego typu pojazdów, co automatycznie zmniejsza popyt na samochody elektryczne⁷.

4. Coraz więcej firm motoryzacyjnych prowadzi prace nad prototypami samochodów elektrycznych. Spółka ElectroMobility Poland zaprezentowała w lipcu 2020 roku dwa modele samochodu z napędem elektrycznym marki „Izera” (hatchback i SUV)⁸. Produkcja samochodu ma się rozpocząć w 2023 r. Przedsięwzięcie to jest wieloetapowe i stworzenie wszelkich warunków do produkcji samochodu nowej marki jest czasochłonne i kapitałochłonne. Upływ czasu stawia pod znakiem zapytania realność tego przedsięwzięcia.

Badania zmian energochłonności transportu samochodowego powinny być prowadzone w miastach, szczególnie w ośrodkach metropolitalnych, gdzie dochodzi do największej koncentracji ludności. Są to punkty, w których obserwuje się największe natężenie problemów związanych z rozwojem transportu samochodowego. W całej Europie Zachodniej, zatory (kongestie) w ruchu miejskim powodują roczne straty rzędu 100 mld euro, czyli ok. 1 proc. PKB Unii Europejskiej. Ruch samochodowy w miastach przyczynia się do emisji 40 proc. CO₂ i 70 proc. pozostałych zanieczyszczeń powodowanych przez tę gałąź transportu. Jedna trzecia śmiertelnych wypadków drogowych przypada na tereny miejskie (UE, 2007, *Zielona Księga*). Wszelkie problemy w tym względzie wymagają systemowych rozwiązań. Niestety, pomimo ambitnych planów, elektromobilność jest aktualnie w fazie rozwoju i potrzeba czasu, a także wsparcia instytucji rządowych, by nadać odpowiedni kierunek i siłę całemu procesowi.

Podsumowanie

Analizując dostępne informacje na temat stanu parku samochodów o napędzie elektrycznym w Polsce, jak również cen energii elektrycznej i ewentualnych dopłat rządowych do tego typu samochodów, należy stwierdzić, że obecnie transport samochodowy jest marginalnym elementem polskiego rynku energii. Zapewne sytuacja ta nie zmieni się przez najbliższe kilka lat, dopóki ceny samochodów elektrycznych nie będą niższe, a dostępność infrastruktury i samych pojazdów na rynku będzie zdecydowanie większa. Zmiany w tym względzie będą czynnikiem globalnym, który może zmienić rolę obecnie dominujących koncernów motoryzacyjnych. Świadczy o tym przykład nowej marki motoryzacyjnej – Lucid Air (<https://moto.pl>, dostęp 30.01.2021), która zamierza rywalizować z Teslą. Aktualnie jej rozwój jest opóźniony kilka lat w stosunku do Tesli, jednak podjęcie działań w tym kierunku odzwierciedla nowy trend na rynku. Włącza się do tego wspomniana wcześniej zapowiedź stworzenia polskiego samochodu elektrycznego marki Izera. Wydaje się, że przy zwiększonej konkurencji ceny samochodów elektrycznych będą maleć, a ich wydajność będzie się zwiększać, jednak jest to nadal odległa perspektywa i należy się spodziewać, że przez najbliższe kilka lat trend na rynku motoryzacyjnym nie ulegnie bardzo dużym zmianom. Dotyczy to zwłaszcza takich krajów jak Polska, gdzie rozwój motoryzacji indywidualnej stara się nadrobić wieloletnie zaległości, a dobrobyt społeczeństwa i ceny samochodów wpływają na to, że konsumenci nadal decydują się na tańsze samochody wyposażone w napęd konwencjonalny.

⁷ C. Tavares stwierdził dosłownie, że elektromobilności nie można dzisiaj pozostawiać jedynie w rękach najzamożniejszych „ekoświrów”.

⁸ Spółka nawiązała w nazwie prototypu do Gór Izerskich.

Bibliografia:

1. Autokult.pl (2021), <https://autokult.pl>, dostęp 17.02.2021.
2. Auto Świat.pl (2020), <https://www.auto-swiat.pl>, dostęp 10.11.2020.
3. Bellon T., Randewich N., Rana A. (2020), *Tesla's value drops \$50 billion as Musk's promised cheaper battery three years away*, <https://www.reuters.com>, dostęp 06.11.2020.
4. Bentkowska-Senator K., Kordel Z., Gis W., Waśkiewicz J., Balke I., Pawlak P. (2016), *Polski transport samochodowy ładunków*, ITS, Warszawa.
5. Brdulak A., Chaberek G., Jagodziński J. (2020), *Determination of Electricity Demand by Personal Light Electric Vehicles (PLEV-s): An Example of e-Motor Scooters in the Context of Large City Management in Poland*, "Energies", 2020, 13(1), 194, <https://doi.org/10.3390/en13010194>.
6. Brdulak A., Chaberek G., Jagodziński J. (2020), *Development Forecasts for the Zero-Emission Bus Fleet in Servicing Public Transport in Chosen UE Member Countries*, "Energies", 2020, 13(1).
7. Brdulak J., Florczak E., Krysiuk C. (2019), *Potrzeby inwestycyjne w zakresie dróg wojewódzkich w Polsce*, Studia regionalne, GlobeEdith.
8. Brdulak J., Pawlak P. (2017), *Przedsiębiorstwo w rachunku ekonomicznym skutków inwestycji drogowych*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, nr 1.
9. Brdulak J., Florczak E., Krysiuk C., Pawlak P., Zakrzewski B. (2017), *Analiza wpływu zbudowanej infrastruktury drogowej na poziom aktywności ekonomicznej w otaczających jednostkach terytorialnych*, Min. Inwestycji i Rozwoju, Warszawa 2017.
10. Brdulak J., Pawlak P. (2016), *Ocena skutków inwestycji drogowych z wykorzystaniem metod ekonomicznych*, „Transport Samochodowy”, nr 1.
11. Brdulak J., Zakrzewski B. (2008), *Ocena ekonomicznej efektywności funkcjonowania Centrum Logistycznego w Małaszewiczach – założenia teoretyczne*, „Transport Samochodowy”, nr 4.
12. EEA (2020), The European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu>, dostęp 12.10.2020.
13. Gis W., Kordel Z., Menes M. (2013), *Cars with electric drive and external costs of road transport*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 10.
14. Interia.pl (2020), <https://biznes.interia.pl>, dostęp 18.11.2020.
15. KOM (2011), *Plan działania w zakresie energii do 2050 roku*, Komisja Europejska, Bruksela.
16. Kordel Z., red. nauk. (2019), *Polski transport samochodowy ładunków. Część 2*, ITS, Warszawa, materiał powielany.
17. Krysiuk C., Brdulak J., Banak M. (2015), *Mobilność i komunikacja w miastach polskich*, „TTSz – Technika Transportu Szynowego”, nr 12.
18. Kuciński K., red. nauk. (2015), *Geografia ekonomiczna*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa, wyd. 3.
19. MAP (2020), Ministerstwo Aktywów Państwowych, <https://www.gov.pl>, dostęp 19.11.2020.
20. Marker S., Rippel B., Waldowski P., Schulz A., Schindle V. (2013), *Battery Electric Vehicle (BEV) or Range Extended Electric Vehicle (REEV)? —Deciding Between Different Alternative Drives Based on Measured Individual Operational Profiles*, "Oil & Gas Science and Technology", Vol. 68, No. 1.
21. Mazda.pl (2020), <https://www.mazda.pl>, dostęp 14.10.2020.
22. ME (2017), Ministerstwo Energii, *Energia do przyszłości*, Plan rozwoju elektromobilności w Polsce, Warszawa.
23. Moto.pl (2021), <https://moto.pl>, dostęp 30.01.2021.
24. MTBiGM (2013), Min. Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, *Strategia rozwoju transportu*

do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), Warszawa.

25. Niedziółka D., red. nauk. (2012), *Zielona energia w Polsce*, CeDeWu.pl, Warszawa.
26. Pawlak P. (2020), *Rozbudowa infrastruktury drogowej a lokalizacja i rozwój przedsiębiorstw*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, 2020, nr 1.
27. Porsche.pl (2020), <https://porsche.pl/>, dostęp 15.10.2020.
28. PSPA (2020), Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, www.pspa.com.pl, dostęp 26.08.2020.
29. PZPM (2020), Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Branża Motoryzacyjna, www.pzpm.org.pl, Raport 2020/2021, Warszawa 2020.
30. UE (2007), *Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście*, Komisja Unii Europejskiej, Bruksela, dnia 25.9.2007.
31. Volkswagen.pl (2020) , <https://www.volkswagen.pl>, dostęp 15.10.2020.
32. Wybory kierowców.pl (2020), <http://www.wyborykierowcow.pl>, dostęp 15.10.2020.

Dr hab. **Jacek Brdulak**, prof. SGH, Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, jbrdul@sgh.waw.pl

Piotr Pawlak, Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie, piotr.pawlak@its.waw.pl