

Jacek BRDULAK, Piotr PAWLAK

# Międzynarodowe aspekty jakościowych zmian transportu samochodowego związane z elektromobilnością

## International aspects of qualitative changes in motor transport in the field of electromobility

**Streszczenie:** Zjawisko elektryfikacji transportu samochodowego jest coraz powszechniejsze i wydaje się nieodwracalne ze względu na nacisk związany z wdrażaniem zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego. Skala zmian jakościowych transportu samochodowego w tym zakresie jest na tyle duża, że staje się domeną całej Unii Europejskiej, a nie poszczególnych państw. Celem artykułu jest przedstawienie trudności związanych z elektryfikacją transportu samochodowego. Uzasadniono, że ta gałąź transportu odgrywa także rolę w zmianach na rynku energii. Przemiany związane ze zrównoważonym rozwojem następują systematycznie, czego oczekuje społeczeństwo i organy regulacyjne UE, jednak trudny okres gospodarczy ostatnich lat spowalnia przemiany związane z rozpowszechnianiem elektromobilności. W procesie wdrażania elektromobilności znaczenie mają również infrastrukturalne uwarunkowania rozwoju transportu samochodowego, co wpływa na kierunek, siłę i skalę zmian jakościowych w tym zakresie.

**Słowa kluczowe:** transport samochodowy, elektromobilność, samochody elektryczne, rynek energii, zmiany jakościowe

**Summary:** The phenomenon of electrification of motor transport is more and more common and seems to be irreversible due to the pressure related to the implementation of sustainable socio-economic development. The scale of qualitative changes in motor transport in this area is so significant that it becomes the domain of the entire European Union, not individual countries. The aim of the article is to present the current difficulties related to the electrification of motor transport. It was justified that this branch

of transport plays an important role in the research on qualitative changes in the energy market. Changes related to sustainable development are taking place systematically, which is expected by the society and EU regulatory authorities, but the difficult economic period of recent years is slowing down the changes related to the dissemination of electromobility. In the process of implementing electromobility, the infrastructural conditions for the development of motor transport are also important, which affects the direction, strength and scale of qualitative changes in the field of electromobility.

**Keywords:** motor transport, electromobility, electric cars, energy market, quality changes  
**JEL:** L62, L91, L94, O13, O18

Niniejszy artykuł skupia się na transporcie samochodowym w kontekście badań zmian jakościowych rynku energii<sup>1</sup> w ramach zmieniającej się sytuacji elektromobilności transportu samochodowego. Złożyły się nań następujące przesłanki:

1. Transport należy do najważniejszych działów gospodarczych każdego państwa. Stanowi infrastrukturalną podstawę procesów społeczno-gospodarczych i bez odpowiedniego poziomu świadczonych usług transportowych nie można wyobrazić sobie tworzenia właściwych warunków rozwoju. Transport wraz z inną dziedziną usług – łącznością – ma 10–20-procentowy udział w tworzeniu PKB państw średnio rozwiniętych gospodarczo [Brdulak, 2020, s. 1].
2. Transport, a szczególnie przewozy samochodowe osób i ładunków, emitują znaczną ilość zanieczyszczeń. W okresie narastających zmian środowiskowych i klimatycznych użytkownicy transportu przygotowują się do maksymalnej redukcji uciążliwości omawianej gałęzi transportu. Podstawy prawne takich zmian jakościowych opracowywane są i wprowadzane na różnych szczeblach zarządzania przestrzennego: lokalnych, regionalnych, państwowych i ponadnarodowych. Ważnym kierunkiem zmian w transporcie samochodowym pozostaje szersze wykorzystywanie pojazdów z napędem elektrycznym. Szeroko rozumiana tzw. elektromobilność ogranicza efekt cieplarniany emisji gazów i lokalnego zanieczyszczenia powietrza. Wpisuje się to istotnie w pożądane kierunki zrównoważonego rozwoju tak ważnej dziedziny gospodarowania. W naturalny sposób przekłada się to także na poprawę warunków życia społeczeństw [Pawlak, 2020, s. 1–15].

<sup>1</sup> Tekst powstał w ramach szerszych badań poświęconych *Strukturze i dynamice rynku energii jako determinanty zrównoważonego rozwoju*, które stanowiły kanwę badań statutowych Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, koordynowanych przez prof. Dorotę Niedziółkę w ramach międzykolegialnego zespołu, a także we współpracy ze specjalistami Instytutu Transportu Samochodowego w Warszawie. Metodyka przeprowadzonych badań opierała się na studiach literatury przedmiotu, jak również na podstawie raportów instytucji branżowych oraz raportów z realizacji projektów związanych z elektromobilnością.

3. Natężenie zmian jakościowych w transporcie samochodowym jest przestrzennie zróżnicowane. Na szczególną uwagę zasługują, zdaniem autorów, przemiany związane z logistyką miejską. Intensywność życia społeczno-gospodarczego w miejscach dużej koncentracji ludności związana jest najczęściej także z negatywnymi skutkami transportu samochodowego objawiającymi się kosztami zewnętrznymi transportu. W ostatnim czasie zaznacza się wyraźny trend szerszego wykorzystywania pojazdów elektrycznych w niektórych sferach transportu jednostek osadniczych, szczególnie dużych miast. Dotyczy to na przykład publicznej komunikacji miejskiej miast metropolitalnych w Polsce i innych państwach europejskich. Logistyka miejska może utrwalać te tendencje poprzez kształtowanie polityki przewozów realizowanych przez firmy transportowe oraz wpływać na mobilność mieszkańców jednostek osadniczych realizowaną przez niskoemisyjne środki transportowe, w tym pojazdy elektryczne [Krysiuk, 2020, s. 1–2].
4. Zauważalne jest, że w dyskusję o elektromobilności związanej z przemianami transportu samochodowego w Europie wkrada się obecnie wiele nieścisłości, chaosu terminologicznego, a nawet celowej, marketingowej manipulacji. Trudno uzyskać uniwersalne dane statystyczne Unii Europejskiej (Eurostatu i związków branżowych) dotyczące przedmiotowych rozważań. Poszczególne państwa różnie je raportują i podkładają czasami niespójne znaczenia pod niektóre terminy związane z elektromobilnością [Brdulak, Chaberek, Jagodziński, 2021, s. 1–16]. Producenci samochodów osobowych i ciężarowych przekonują raczej rynkowo do swojej produkcji, wykorzystując zainteresowanie poszczególnych, potencjalnych klientów. Pomijane w analizach są czasami kosztowne związki e-mobilności transportu samochodowego z poziomem jakościowym infrastruktury technicznej drogownictwa [Brdulak, Pawlak, 2021, s. 31–42]. Celowe wydaje się wprowadzenie uporządkowania i klarowności dyskusji o e-mobilności w zrównoważonym rozwoju.

Wśród uwarunkowań wpływających na rozwój systemów transportowych i zarazem także transportu samochodowego szczególnego znaczenia zaczęła nabierać w ostatnich latach polityka gospodarcza państw i ugrupowań ponadnarodowych. Wysoki poziom rozwoju, aktywności gospodarczej i najintensywniejsze przewozy transportem samochodowym przyczyniają się w Europie do występowania problemów transportowych, których rozwiązanie przekracza możliwości pojedynczych państw i wymaga koordynacji wysiłków w zakresie polityki rozwojowej całej społeczności europejskiej. Do najważniejszych z nich zalicza się następujące kwestie:

1. Mankamenty fizycznego połączenia ciągów drogowych, które nie zawsze zapewniają wystarczającą zwartość europejskiej sieci drogowej. Pierwszym są przejścia graniczne, drugim – różnice standardów technicznych i jakości usług transportowych w poszczególnych krajach. Trzeci to brak wystarczającej liczby istotnych infrastrukturalnych obiektów inżynierskich, a czwarty – zróżnicowanie technologii,

stanu utrzymania, zdolności do rozbudowy i modernizacji infrastruktury technicznej transportu samochodowego.

2. Zmiany w przestrzennych powiązaniach w handlu międzynarodowym i ruchu osobowym. Załamanie tradycyjnych powiązań handlowych w dawnym bloku wschodnim wpłynęło na brak w pełni ukształtowanych, nowych powiązań w obrębie rozszerzonej UE.
3. Transport samochodowy, z uwagi na mobilność oraz elastyczny i bezpośredni charakter przewozu, pozostaje wyjątkowo uprzywilejowaną gałęzią europejskiego transportu. Trudności integracyjne innych gałęzi transportowych w Europie (kolejnictwa, transportu lotniczego, przesyłowego) pozwalają transportowi samochodowemu przejmować część usług przewozowych nawet w czasach pandemii SARS-CoV-2. Wiąże się z tym wzrost uciążliwości emisyjnej tej gałęzi transportowej i poszukiwanie sposobności jakościowej poprawy wpływu samochodów na otaczające środowisko zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju [Brdulak, 2015, s. 308–316].

Transport samochodowy w warunkach relatywnie nierozległej przestrzeni Europy i rozwijającej się współpracy społeczno-gospodarczej państw ma dobre warunki rozwoju. Jednak jego uciążliwość środowiskowa, zwłaszcza w miejscach urbanistycznej koncentracji ludności, wymaga radykalnej poprawy jakościowej funkcjonowania tej gałęzi transportowej. Rozwój e-mobilności transportu samochodowego jest odpowiedzią na te wyzwania.

## Polityka Unii Europejskiej w zakresie wdrażania elektromobilności transportu samochodowego

Kierunki polityki UE w zakresie wdrażania elektromobilności, a dokładniej w sferze tzw. zrównoważonej mobilności, sformułowane zostały w Białej Księdze [Komisja Europejska]. Zasadniczymi celami unijnej polityki transportowej są:

1. **Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych.** Powinno się zredukować do 2050 r. emisję gazów cieplarnianych pochodzących z transportu o 60% w stosunku do poziomów z 1990 r. Zadania stojące przed transportem samochodowym są w tym względzie wyjątkowo trudne z uwagi na jego wysoką emisyjność w porównaniu z innymi gałęziami transportowymi. Prawie 30% całkowitej emisji CO<sub>2</sub> w UE pochodzi z sektora transportu, z czego 72% – z transportu drogowego [Parlament Europejski, The European Environment Agency]. Redukcja emisji wymagać będzie przede wszystkim zmiany napędu samochodów oraz ograniczenia użytkowania pojazdów konwencjonalnych w dużych jednostkach osadniczych: aglomeracjach, konurbacjach, wykształcających się megalopolis.

2. **Zmniejszenie zależności od paliw kopalnych**, a szczególnie ropy naftowej. Tak sformułowany cel strategiczny w polityce rozwoju transportu oznacza wprowadzanie na szeroką skalę tzw. elektromobilności transportu, szczególnie samochodowego. Zaleca się także wdrażanie różnych koncepcji zelektryfikowanego napędu (również hybrydowego), upowszechnianie pojazdów wyposażonych w ogniwa paliwowe czy zwiększanie udziału paliwa wodorowego oraz alternatywnych biopaliw wykorzystywanych w silnikach spalinowych.
3. **Wprowadzanie elektromobilności w transporcie zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju**. Ograniczenia mobilności pasażerów lub przemieszczania ładunków nie mogą być wykorzystywane do osiągnięcia celów redukcji emisji gazów cieplarnianych czy zmniejszania wykorzystywania przez transport paliw kopalnych. Cele te powinny być realizowane w harmonii z utrzymywaniem wydajności transportu samochodowego, bez ograniczania mobilności jego użytkowników. Te ważne, strategiczne ustalenia pozostają w zgodzie ze stopniowymi, ewolucyjnymi zmianami rozwojowymi każdej gałęzi transportu [Brdulak, Pawlak, Krysiuk, 2012]. Ustalenia te są zgodne z logiką historycznego rozwoju każdego systemu transportowego w skali państwowej i ponadnarodowej [Banak, Brdulak, Krysiuk, Pawlak, 2014; Brdulak, Pawlak, 2016; Pawlak, 2020, s. 1–15].

Powyższe długookresowe cele unijnej polityki środowiskowej w sferze transportu samochodowego przekładają się na niezwykle skomplikowaną rzeczywistość omawianej gałęzi transportowej w poszczególnych krajach, w tym także w Polsce. Zmiany będą najbardziej intensywne w miejscach koncentracji ludzi, a więc w dużych miastach. Przy tym wiek pojazdów ma istotny wpływ na wielkość emisji. Niestety w Polsce średni wiek samochodu osobowego wynosił w 2019 r. 14,1 roku [GUS, 2018; PZPM, 2020]. Dla porównania w UE średni wiek samochodu osobowego to 11,8 roku [ACEA, 2022].

Specjaliści wskazują, że największy wpływ na zmiany jakościowe w gałęzi transportu samochodowego w Polsce ma obecnie europejska polityka klimatyczna [Krysiuk, 2020, s. 1–2]. W jej ramach nałożono na producentów samochodów osobowych, dostawczych i ciężarówek poważne zadania redukcji emisji CO<sub>2</sub>. Komplikuja one w istotny sposób sytuację rynkową producentów samochodów w Europie. Nakładają się na to także skutki pandemii SARS-CoV-2 i niższy stopień mobilności osób, które w tym okresie mniej korzystały z samochodów osobowych.

## Uwarunkowania i jakościowy charakter zmian związanych z wdrażaniem elektromobilności w polskim transporcie samochodowym

### Uwarunkowania kosztowe

Wdrażanie elektromobilności w polskim transporcie samochodowym jest ściśle związane z ogólnoeuropejską sytuacją gospodarczą. Z ekonomicznego punktu widzenia poważną niewiadomą uwarunkowaną siłą i tempem zmian jakościowych pozostają koszty elektromobilności transportu samochodowego. Docelowo szersze wprowadzanie na rynek pojazdów elektrycznych powinno łączyć się ze zmniejszaniem kosztów produkcyjnych przemysłu motoryzacyjnego. Samochód elektryczny zawiera około 30% mniej części w porównaniu z pojazdem spalinowym [Krysiuk, 2020, s. 1–2]. Przekłada się to także na niższe koszty eksploatacyjne i serwisowe. Jednak w przypadku samochodów hybrydowych, o napędzie mieszanym, koszty wytwarzania są wysokie. Szczególnie na etapie wdrażania do produkcji i osiągnięcia efektów skali. Efekt nowości skłania także producentów, zwłaszcza na zamożnych rynkach, do zwiększania ceny oferowanych samochodów elektrycznych. Widać to wyraźnie w Polsce. Mnożą się w związku z tym naciski producentów pojazdów elektrycznych na władze państwowe, by te dofinansowywały wprowadzanie e-mobilności. Warunek ten może się okazać konieczny do osiągnięcia założonego celu, jakim jest zerowa emisja z transportu samochodowego i przejście na napędy zero- i niskoemisyjne. The European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) wskazało czynniki determinujące rozwój napędów alternatywnych w samochodach osobowych i dostawczych w krajach Unii Europejskiej. Poziom rozwoju społeczno-gospodarczego ma istotny wpływ na zmiany jakościowe i rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego, co zostało przedstawione na rysunku 1.

Splot okoliczności związanych z wpływem pandemii na produkcję gospodarki światowej wywołał nieoczekiwane problemy w sferze produkcji przemysłu motoryzacyjnego. Przejawiały się one wstrzymywaniem produkcji przez zakłady motoryzacyjne, zrywaniem łańcuchów dostaw, ograniczaniem produkcji górnictwa minerałów w różnych regionach świata czy kongestią transportową spowodowaną w skrajnych przypadkach zamykaniem wielkich portów morskich w aglomeracjach chińskich dotkniętych przez SARS-CoV-2. W 2021 r. brakowało niezbędnych w produkcji pojazdów elektrycznych surowców, takich jak uszlachetniacze stali do blach karoseryjnych (np. mangan, nikiel), lub potrzebnych do produkcji baterii litowo-jonowych (np. lit). Wielkie koncerny ogłosiły raporty o sytuacji europejskiego rynku motoryzacyjnego, z których wynika, że Volkswagen (VW), Daimler i Stellantis nadal mają poważne trudności w zapewnieniu dostaw ogniw baterii dla samochodów, co może odsunąć realizację planów produkcyjnych nawet o kilka lat [Rudzki, 2021]. Unia Europejska przegrywa do tej

pory konkurencyjnie z azjatyckimi producentami ogniw samochodowych. Dominują w tym zakresie pozaeuropejskie takie firmy, jak: CATL (Chiny), LG Chem (Korea Południowa), Panasonic (Japonia). Dlatego przewiduje się powstanie w nadchodzących latach około 50 tego typu inwestycji w Europie. Dzięki nim w 2030 r. będzie można uzyskać ok. 640 GWh dostępnych mocy, co umożliwi produkcję średnio 13 mln e-samochodów. Dla porównania światowa produkcja ogniw samochodowych osiągnie w tym czasie 2140 GWh mocy, przy zgłaszanym popycie na 2212 GWh [Rudzki, 2021].

### Rysunek 1 Liczba pojazdów elektrycznych pod względem rozwoju gospodarczego danego kraju

Samochody elektryczne: kraje o niższych dochodach pozostają w tyle, a ich popularyzacja jest powiązana z PKB na mieszkańca

73% wszystkich samochodów elektrycznych zostało sprzedanych w czterech krajach, które charakteryzowały się jednym z wyższych PKB na mieszkańca

Pięć krajów z najniższym udziałem samochodów elektrycznych w 2020 roku

**Cypr**  
0,47%

42 samochodów elektryczne PKB na mieszkańca: 23 580 EUR

**Litwa**  
1,13%

453 samochodów elektryczne PKB na mieszkańca; 17 460 EUR

**Estonia**  
1,82%

425 samochodów elektrycznych PKB na mieszkańca: 20 440 EUR

**Chorwacja**  
1,86%

676 samochodów elektrycznych PKB na mieszkańca: 12 130 EUR

**Polska**  
1,89%

8099 samochodów elektrycznych PKB na mieszkańca: 13 600 EUR



Źródło: [ACEA, 2021].

Trudno wypowiadać się na temat realności przedstawionych wyżej zamierzeń w dziedzinie produkcji ogniw dla e-samochodów. Brak półprzewodników na rynku wpłynął na spadek europejskiej produkcji samochodów osobowych o 25% we wrześniu 2021 r. Dziesiątki tysięcy nowych samochodów stoją na placach fabryk, czekając na wykończenie elektroniczne. W związku z tym autorzy niniejszego artykułu stawiają tezę, że wszystkie plany rozwojowe europejskiego przemysłu motoryzacyjnego, wiążące się z wprowadzaniem w szerokim zakresie e-mobilności, tracą swoją aktualność i będą opóźnione co najmniej o pięć lat. Dla przykładu tworzenie łańcucha dostaw nowej kopalni kobaltu w Katandze (LDR Kongo), który jest ważnym surowcem w przemyśle motoryzacyjnym (produkcja baterii do samochodów elektrycznych) trwa siedem



lat. Dlatego też tak trudno europejskiemu przemysłowi motoryzacyjnemu wygrać walkę konkurencyjną o dostawy litu z Australii i Chile, kobaltu z LDR Konga, grafitu z Chin. Produkcja e-samochodów w nadchodzących latach nie będzie rosła szybko. W przeciwieństwie do ich cen.

Pomimo skomplikowanej sytuacji rynku motoryzacyjnego można się również spotkać z bardziej optymistycznymi prognozami. Prognozy Bloomberg New Energy Finance (BNEF) z połowy 2021 r. zakładały, że w 2027 r. osobowe i dostawcze samochody elektryczne mogą być tańsze w produkcji niż samochody napędzane paliwami kopalnymi. Jeżeli prognozy się sprawdzą, dojdzie do zmian jakościowych na rynku i można się spodziewać ze strony ustawodawców bardziej rygorystycznych celów związanych z ograniczaniem emisji CO<sub>2</sub> z transportu samochodowego. BNEF szacuje, że do 2035 r. samochody elektryczne mogą stanowić nawet 100% wszystkich nowych sprzedawanych samochodów. Niniejsze badanie zleciła European Federation for Transport and Environment, która zamierza naciskać na Unię Europejską w kwestii przyjęcia bardziej rygorystycznych celów związanych z redukcją emisji oraz forsuje zakończenie sprzedaży nowych pojazdów z napędem konwencjonalnym już w 2035 r. Podkreślić należy, że tego typu cele będą możliwe do osiągnięcia jedynie przy wcześniejszym wzroście produkcji i sprzedaży tych pojazdów, co pozwoli obniżyć ich koszty oraz przekonać konsumentów do elektromobilności. Równocześnie należałoby podjąć bardziej rygorystyczne cele w zakresie redukcji CO<sub>2</sub> dla producentów pojazdów, co może się okazać jednak problematyczne [European Federation for Transport and Environment, 2021].

Dużo zależy od zobowiązań regulacyjnych UE – bez nich wskazany termin pozostanie dobrowolny. Nawet w przypadku nacisku części społeczeństwa, na co zwracają uwagę wyniki sondażu przeprowadzonego w marcu 2021 roku. Badanie dotyczyło mieszkańców 15 największych miast Europy z ośmiu krajów: Belgii, Francji, Niemiec, Węgier, Włoch, Polski, Hiszpanii i Wielkiej Brytanii i obejmowało 10 050 respondentów, którzy udzielali odpowiedzi online. Sondaż wykazał, że 63% mieszkańców europejskich miast popiera dopuszczenie do sprzedaży po 2030 r. tylko samochodów bezemisyjnych [European Federation for Transport and Environment, 2021]. Jednakże aby osiągnąć ten cel, charakter rynku motoryzacyjnego, zwłaszcza w krajach słabiej rozwiniętych, musi ulec jakościowej zmianie, co nie będzie zadaniem łatwym w realizacji.

## Uwarunkowania infrastrukturalne

W rozważaniach nad kierunkiem, siłą i zakresem zmian jakościowych w transporcie samochodowym, związanych z wprowadzaniem elektromobilności, dominują zagadnienia rynkowe i środowiskowe, wynikające z uciążliwości tej gałęzi transportowej. Pomija się przy tym najczęściej problemy infrastrukturalne drogownictwa, traktowane



jako sprawy odrębne [Brdulak, Pawlak, 2016, s. 5–21; Pawlak, 2020, s. 65–82; Brdulak, Zakrzewski, 2008, s. 31–47]. Istotna jest także identyfikacja uwarunkowań infrastrukturalnych rozwoju e-mobilności. Współczesne samochody z hybrydowymi lub wyłącznie elektrycznymi silnikami są jeszcze konstrukcjami we wczesnej fazie rozwoju, złożonymi. Z tego względu e-samochody wymagają dobrych, właściwie utrzymanych dróg kołowych, zwłaszcza, iż szersze wprowadzanie elektromobilności pozwoliłoby na ograniczanie różnego rodzaju konfliktów społecznych i środowiskowych czy też napięć wykraczających poza sam transport.

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie i Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie prowadziły w latach 2016–2017 (I etap) i 2018–2019 (II etap) na zlecenie ówczesnego Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju badania wpływu inwestycji infrastrukturalnych w zakresie drogownictwa na warunki rozwoju społeczno-gospodarczego regionów w bezpośredniej strefie oddziaływania określonych inwestycji [Brdulak, 2020, s. 5–10]. Obecnie należy, zdaniem autorów, uzupełnić te analizy o skutek poprawy jakości infrastruktury drogowej dla szerszych zmian elektromobilności transportu samochodowego. W kompleksowym rachunku ekonomicznym powinny znaleźć się następujące komponenty:

- zawarcie w kosztach poszczególnych inwestycji infrastrukturalnych elementu instalacji szybkiego poboru energii elektrycznej dla pojazdów, co nieznacznie wpłynie na zwiększenie czasu zwrotu kosztów inwestycji drogowych, a pozwoli odpowiednio przygotować infrastrukturę drogową na przyszłościowe zmiany związane z procesem elektryfikacji transportu samochodowego;
- wpływ zmian w bezpieczeństwie ruchu drogowego, które wzrośnie dodatkowo przy szerszym zastępowaniu starych pojazdów drogowych przez nowoczesne e-samochody, w których łatwiej wykorzystać systemy z zakresu *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS). Wprowadzanie na szerszą skalę elektromobilności transportu samochodowego w Polsce ma sens, gdy park samochodowy w naszym kraju zostanie istotnie „odmłodzony”;
- wpływ zmniejszenia wypadkowości (liczba zdarzeń drogowych, liczba zabitych i rannych), która spadać będzie głównie dzięki lepszym drogom, choć poprawa wyposażenia nowoczesnych pojazdów samochodowych także przyczynia się do większego bezpieczeństwa ruchu, a pojazdy elektryczne będą poruszały się wolniej ze względu na specyfikę wykorzystania baterii i zasięgu pojazdu, dzięki czemu powinna zmniejszyć się liczba oraz ciężkość wypadków drogowych;
- wpływ zmian płynności ruchu (czas przejazdu, kongestia, koszty eksploatacyjne, w tym paliwo, części zamienne, zużywanie się materiałów eksploatacyjnych);
- wpływ inwestycji na środowisko (emisja spalin, hałas), który pozostaje jednym z głównych atutów szerszego wprowadzania elektromobilności w transporcie samochodowym [Niedziółka, 2012, s. 35–54];

- wpływ inwestycji infrastrukturalnych i w elektromobilność na koszty użytkowników transportu;
- wpływ szeroko rozumianych inwestycji transportowych (drogi, pojazdy, zaplecze) na koszty społecznej uciążliwości transportu samochodowego;
- wpływ ogólnorozwojowych skutków społeczno-gospodarczych inwestycji;
- zmiany lokalizacji aktywności produkcyjnej (nowe inwestycje, redukcja kosztów energetycznych, ich funkcjonowania);
- lokalizacja aktywności usługowej (centra logistyczne, magazynowo-składowe, turystyka);
- ocena mobilności społecznej, w tym kosztów dojazdów do pracy;
- ocena wpływu inwestycji (infrastrukturalnych i w elektromobilność) na rozwój substancji mieszkaniowej jednostek osadniczych kraju;
- ocena wpływu inwestycji drogowych na szersze wprowadzanie elektromobilności w obsłudze wymiany międzynarodowej (szczególnie w tranzycie przez terytorium naszego kraju).

Dotychczas uzyskiwane rezultaty rachunku ekonomicznego pozwalają stwierdzić, że istotne polepszenie jakości dróg magistralnych (autostrady, drogi ekspresowe i niektóre odcinki dróg wojewódzkich) pozwala zredukować energochłonność przedsiębiorstw transportowych i użytkowników ich usług w zależności od regionu o 20–30%. Szersze wprowadzanie e-samochodów powinno zmniejszyć energochłonność przemieszczania transportem samochodowym o dalsze 10–20%.

## Podsumowanie

Przedstawione analizy pozwalają autorom sformułować następujące wnioski:

- szersze wprowadzanie e-mobilności w transporcie samochodowym należy uznać za zjawisko nieodwracalne, ściśle związane z troską o harmonijny, zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy;
- skala i dynamika zmian e-mobilności w transporcie samochodowym przekracza możliwości pojedynczych, średnio rozwiniętych państw i staje się w Europie domeną UE;
- skomplikowany okres gospodarczy w ostatnich latach, spowodowany m.in. pandemią SARS-CoV-2, znacząco spowalnia przemiany jakościowe w transporcie samochodowym Polski i Europy;
- niespotykane w ostatnich dekadach fluktuacje cykliczne gospodarki światowej dezorganizowały rynki surowcowe i zakłóciły zaopatrzenie przemysłu samochodowego w niezbędne komponenty produkcyjne, co dodatkowo opóźni zmiany jakościowe w omawianej gałęzi transportu;

- systemowe traktowanie analiz związanych z kierunkiem, siłą i skalą zmian e-mobilności w transporcie samochodowym Polski i jej europejskiego otoczenia także uwzględniać w nich także infrastrukturalne uwarunkowania rozwoju transportu samochodowego.

Zakres prac badawczych w Polsce, dotyczących przedmiotowego problemu, wciąż jeszcze jest niedostateczny. Badania na ten temat prowadzone są w zaledwie kilku ośrodkach naukowych kraju, w dodatku przy niewystarczających środkach finansowych. Tym samym rozległa płaszczyzna ważnych społeczno-gospodarczych badań pozostaje wciąż otwarta dla inicjatyw naukowych.

## Bibliografia

- Banak M., Brdulak J., Krysiuk C., Pawlak P. (2014), *Kierunki rozwoju infrastruktury transportu samochodowego w Polsce*, Warszawa, Wyd. ITS. Brdulak A., Chaberek G., Jagodziński J. (2021), *BASS Model Analysis in „Crossing the Chasm” in E-Cars Innovation Diffusion Scenarios*, „Energies”, Vol. 14, No. 11, s. 1–16.
- Brdulak J. (2015), *Handel i usługi*, w: *Geografia ekonomiczna*, K. Kuciński (red.), wyd. 3, Warszawa, Oficyna Wolters Kluwer business, s. 284–316.
- Brdulak J. (2020), *Udział i rola transportu samochodowego w rynku energii – podejście dynamiczne w ramach zrównoważonego rozwoju*, bad. stat. KNoP, SGH, Warszawa, s. 1–10.
- Brdulak J., Pawlak P. (2021), *Elektromobilność czynnikiem zmian jakościowych polskiego transportu samochodowego*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, nr 58(1), s. 31–42.
- Brdulak J., Pawlak P. (2016), *Infrastruktura transportowa w rozwoju obszarów rdzeniowych i peryferyjnych na przykładzie Polski wschodniej*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe”, nr 17, s. 525–528.
- Brdulak J., Pawlak P. (2016), *Ocena skutków inwestycji drogowych z wykorzystaniem metod ekonomicznych*, „Transport Samochodowy”, nr 1, s. 5–21.
- Brdulak J., Pawlak P., Krysiuk C. (2012), *Rozwój gałęziowy transportu w Europie – priorytetowe osie sieci TEN-T*, Warszawa, Wyd. ITS.
- Brdulak J., Zakrzewski B. (2008), *Ocena ekonomicznej efektywności funkcjonowania centrum logistycznego w Małaszewiczach – założenia teoretyczne*, „Transport Samochodowy”, nr 4, s. 31–47.
- European Federation for Transport and Environment, Według prognoz BNEF do 2027 r. samochody elektryczne będą tańsze niż samochody benzynowe we wszystkich segmentach, <https://www.transportenvironment.org/discover/wedlug-prognoz-bnef-do-2027-r-samochody-elektryczne-beda-tansze-niz-samochody-benzynowe-we-wszystkich-segmentach/> (dostęp: 1.03.2022).
- European Federation for Transport and Environment, In cities 63% support EU ban on petrol and diesel car sales after 2030, <https://www.transportenvironment.org/discover/cities-63-support-eu-ban-petrol-and-diesel-car-sales-after-2030/> 2021 (dostęp: 2.03.2022).
- GUS (2018), *Opracowanie metodyki i oszacowanie kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego ze środków transportu drogowego na poziomie kraju*, Szczecin.

- Komisja Europejska, Biała Księga, Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, COM(2011) 144, [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2011\)144&lang=pl](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2011)144&lang=pl) (dostęp: 9.03.2022).
- Krysiuk C. (2020), *Logistyka miejska, uwarunkowania rozwoju przewozów transportem elektrycznym*, bad. stat. KNoP, SGH Warszawa, s. 1–2.
- Niedziółka D. (2012), *Uwarunkowania prawne*, w: *Zielona energia w Polsce*, D. Niedziółka (red.), Warszawa, Wyd. CeDeWu.pl, s. 35–54.
- Parlament Europejski, Emisje CO<sub>2</sub> z samochodów fakty i liczby (infografika), <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190313STO31218/emisje-co2-z-samochodow-fakty-i-liczby-infografika> (dostęp: 28.11.2021).
- Pawlak P. (2020), *Rozbudowa infrastruktury drogowej a lokalizacja i rozwój przedsiębiorstw*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, nr 55(2), s. 65–82.
- Pawlak P. (2020), *Rozwój elektromobilności w aspekcie wdrażania samochodów elektrycznych na rynkach polskim i europejskim w perspektywie do 2030 roku*, bad. stat. KNoP, SGH Warszawa, s. 1–15.
- PZPM (2020), *Branża Motoryzacyjna, Raport 2020/2021*, Warszawa.
- Rudzki P. (2021) *Nowy problem z produkcją aut. Brakuje surowców do baterii*, <https://moto.rp.pl/na-prad/art19021411-nowy-problem-z-produkcja-aut-brakuje-surowcow-do-baterii> (dostęp: 22.10.2021).
- SGH (2020–2021), *Badania statutowe KNoP SGH*, Warszawa.
- The European Automobile Manufacturers' Association (2022), Average age of the EU vehicle fleet, by country, <https://www.acea.auto/figure/average-age-of-eu-vehicle-fleet-by-country/> (dostęp: 29.07.2022).
- The European Automobile Manufacturers' Association (2021), *2021 Progress Report – Making the transition to zero-emission mobility*, Bruksela.
- The European Environment Agency (EEA), Greenhouse gas emissions from transport in Europe, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment-2> (dostęp: 10.01.2022).

\* \* \*

dr hab. Jacek Brdulak, prof. SGH  
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie  
Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie  
e-mail: jbrdul@sgh.waw.pl  
ORCID: 0000-0001-7881-1303

Piotr Pawlak  
Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie  
e-mail: piotr.pawlak@its.waw.pl  
ORCID: 0000-0001-7713-9770