

## SŁOWA KLUCZOWE KEYWORDS

elektromobilność  
opłacalność pojazdów elektrycznych  
transformacja energetyczna  
mikromobilność

## JEL

R41  
Q42  
Q48

## ZGŁOSZONO SUBMITTED

10 lipca 2026

## ZAAKCEPTOWANO ACCEPTED

4 września 2026

## OPUBLIKOWANO PUBLISHED

6 września 2026

Kicior, B. (2026). Narracyjny przegląd  
najnowszej polskiej literatury na temat  
opłacalności elektromobilności.  
Ekonomiczno-Ekonometryczne  
Roczniki Naukowe, 1(1), 34–49.  
<https://doi.org/10.67455/eern.2026.1.1.4>



## NARRACYJNY PRZEGŁĄD NAJNOWSZEJ POLSKIEJ LITERATURY NA TEMAT OPŁACALNOŚCI ELEKTROMOBILNOŚCI

Artykuł stanowi narracyjny przegląd najnowszej polskiej literatury naukowej (2024–2026) poświęconej opłacalności samochodów elektrycznych i elektromobilności w Polsce. Celem pracy jest syntetyczne przedstawienie aktualnego stanu krajowego piśmiennictwa dotyczącego elektromobilności oraz ocena, w jakich warunkach polska literatura naukowa uznaje pojazdy elektryczne za opłacalne. Badanie odpowiada na trzy pytania szczegółowe: jakie bariery ekonomiczne i społeczne identyfikuje literatura; jak kontekst energetyczny i regulacyjny determinuje rachunek kosztów i korzyści elektromobilności; jaką rolę pełni mikromobilność elektryczna w rachunku ekonomicznym mobilności miejskiej. Analiza objęła 15 prac wybranych z 24 znalezionych pozycji z bazy Google Scholar. Na podstawie analizowanego zbioru publikacji można wskazać, że opłacalność elektrycznych pojazdów bateryjnych jest najczęściej wiązana z dostępnością infrastruktury ładowania, przewidywalnym sposobem użytkowania oraz możliwością korzystania z relatywnie taniej energii, w tym energii z lokalnych odnawialnych źródeł energii. W analizowanych pracach dotyczących pojazdów wodorowych wskazywano na wyższe koszty całkowite posiadania oraz znaczenie finansowania publicznego, jednak wnioski te odnoszą się do określonych zastosowań transportowych i przyjętych założeń. Część publikacji zwracała uwagę, że wysoka emisyjność polskiego miksu energetycznego ogranicza potencjalne korzyści środowiskowe i ekonomiczne ładowania pojazdów z sieci. Analizowane opracowania dotyczące mikromobilności wskazywały natomiast na niższe jednostkowe koszty użytkowania prywatnych hulajnóg i rowerów elektrycznych, przy jednoczesnym ograniczeniu możliwości zastępowania nimi samochodów w niektórych zastosowaniach. Przegląd sugeruje, że regulacje środowiskowe mogą wpływać na rachunek ekonomiczny flot, ale skala tego wpływu zależy od rodzaju działalności, sposobu kalkulacji kosztów oraz warunków wdrażania regulacji.

Błażej Kicior, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

## Wstęp

Transformacja sektora transportowego w kierunku zeroemisyjności stanowi jedno z kluczowych wyzwań polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Transport drogowy odpowiada za znaczącą część całkowitych emisji gazów cieplarnianych w UE, a jego dekarbonizacja – m.in. poprzez elektryfikację flot pojazdów – jest jednym z filarów programu „Fit for 55” oraz Europejskiego Zielonego Ładu. W Polsce presja ta jest szczególnie odczuwalna: polscy przewoźnicy drogowi odgrywają czołową rolę w europejskim transporcie drogowym, a rynek motoryzacyjny wciąż zdominowany jest przez pojazdy z silnikami spalinowymi. Jednocześnie koszty zewnętrzne transportu spalinowego – emisje CO<sub>2</sub>, zanieczyszczenie powietrza i hałas – podlegają coraz ostrzejszej internalizacji przez kolejne dyrektywy unijne, w tym dyrektywę 2022/362.

Pomimo rosnącego zainteresowania elektromobilnością, zarówno w dyskursie politycznym, jak i w badaniach inżynierskich, w polskiej literaturze naukowej wyraźnie brakuje syntetycznych a nawet narracyjnych opracowań, które w sposób całościowy i wielowymiarowy oceniałyby opłacalność samochodów elektrycznych. Dotychczasowe publikacje krajowe skupiają się przeważnie na wybranym aspekcie zagadnienia: technologicznych parametrach napędów alternatywnych, społecznym postrzeganiu elektromobilności, transformacji energetycznej w ujęciu prosumenckim lub regulacjach ESG i raportowaniu zrównoważonego rozwoju. Brakuje natomiast opracowania, które integrowałoby perspektywę kosztów nabycia i eksploatacji, uwarunkowań energetycznych, barier społecznych i regulacyjnych, a także mikromobilności – jako alternatywnej formy elektrycznego transportu indywidualnego – w jednej syntetycznej analizie opartej wyłącznie na polskojęzycznej literaturze naukowej.

Niniejszy artykuł stawia sobie za cel wypełnienie wskazanej luki poprzez narracyjny przegląd polskiej literatury naukowej poświęconej opłacalności samochodów elektrycznych. Problem badawczy sprowadza się do pytania: W jakich warunkach i na podstawie jakiego zasobu wiedzy naukowej polska literatura ocenia opłacalność pojazdów elektrycznych w Polsce? Tak sformułowany problem implikuje trzy szczegółowe pytania pomocnicze: (1) Jakie bariery ekonomiczne i społeczne identyfikuje polska literatura naukowa w odniesieniu do elektryfikacji transportu? (2) W jaki sposób kontekst energetyczny i regulacyjny determinuje rachunek kosztów i korzyści elektromobilności w Polsce? (3) Jaką rolę pełni mikromobilność elektryczna w kształtowaniu całościowego rachunku ekonomicznego mobilności użytkowników miejskich? Odpowiedź na powyższe pytania wydaje się szczególnie aktualna w obliczu dynamicznych zmian legislacyjnych – rosnących wymagań w zakresie opłat środowiskowych, implementacji dyrektywy CSRD (ang. *Corporate Sustainability Reporting Directive*) oraz zaostreżenia wymogów emisyjnych dla flot – które zmieniają warunki brzegowe opłacalności elektrycznych środków transportu. Artykuł nie pretenduje do wyczerpującego przeglądu literatury światowej; jego zakres świadomie ograniczono do publikacji polskojęzycznych, co stanowi dodatkowy walor poznawczy: pozwala ocenić aktualny stan i kierunki krajowego piśmiennictwa naukowego na tym polu, a tym samym wskazać obszary wymagające dalszych badań empirycznych w polskich realiach.

W niniejszym artykule pojęcie opłacalności jest rozumiane szeroko: obejmuje koszty nabycia, koszty energii lub paliwa, koszty eksploatacji i infrastruktury, a także wybrane koszty regulacyjne oraz środowiskowe. Nie wszystkie analizowane publikacje stosowały jednak jednolitą definicję opłacalności ani porównywalne miary, takie jak całkowity koszt posiadania, koszt przejazdu jednego kilometra czy okres zwrotu inwestycji. Z tego względu celem przeglądu nie jest wyznaczenie jednej uniwersalnej granicy opłacalności, lecz identyfikacja warunków i mechanizmów wskazywanych w analizowanych pracach.

## Metody

Analizę przeprowadzono poprzez wykorzystanie Google Scholar do przeszukania najistotniejszych prac. By tego dokonać, w języku polskim wpisano frazę „samochody elektryczne opłacalność” w formie podstawowej i bezkoliczników, by móc trafić do najbardziej uniwersalnego grona artykułów. Google Scholar wybrano jako narzędzie wyszukiwawcze ze względu na szeroki zakres indeksowanych polskojęzycznych publikacji naukowych obejmujących artykuły, monografie, rozprawy doktorskie oraz

materiały konferencyjne. Ograniczono zakres szukania tak, by pokazywały się najnowsze artykuły od 2025 roku (względem daty publikacji). Okres 2024–2026 wybrano ze względu na gwałtowne zmiany regulacyjne (Fit for 55, dyrektywa 2022/362, CSRD) i strukturalne w polskim miksie energetycznym (skokowy wzrost udziału OZE po 2020 r.), które istotnie zmieniają rachunek opłacalności elektromobilności. Starsze prace, choć wartościowe, odwołują się do odmiennych warunków brzegowych i nie były przedmiotem niniejszego przeglądu. Wybór wyłącznie jednej bazy wynikał z rozpoznawczego i narracyjnego charakteru przeglądu oraz z koncentracji na polskojęzycznych publikacjach dostępnych w pełnym tekście. Oznacza to jednak, że wyniki mogą nie obejmować części prac indeksowanych wyłącznie w bazach dziedzinowych, katalogach bibliotek lub repozytoriach niewidocznych w Google Scholar. Zastosowana strategia pozwala więc opisać odnaleziony zbiór publikacji, lecz nie uzasadnia twierdzenia, że obejmuje on całość polskiej literatury dotyczącej opłacalności elektromobilności.

Do analizy kwalifikowano publikacje spełniające następujące kryteria:

- dotyczyły opłacalności samochodów elektrycznych lub zagadnień bezpośrednio wpływających na ich opłacalność (np. infrastruktury ładowania, kosztów energii, elektromobilności, polityki transportowej, technologii wodorowych lub mikromobilności),
- były opublikowane w języku polskim,
- były dostępne w pełnym tekście,
- zostały opublikowane w latach 2024–2026.

Jako kryteria wyłączenia przyjęto brak spójności pracy z głównym tematem analizy. Odrzucano zatem prace:

- niezwiązane tematycznie z elektromobilnością,
- dotyczące innych zagadnień technicznych lub gospodarczych niezwiązanych z transportem,
- stanowiące jedynie abstrakty konferencyjne,
- niedostępne w pełnym tekście,
- zduplikowane w wynikach wyszukiwania.

Selekcja publikacji przebiegała czteroetapowo, najpierw wyszukano publikacje w Google Scholar, potem analizowano tytuły, następnie abstrakty, na sam koniec pełne teksty zakwalifikowanych publikacji. Analiza miała charakter jakościowego przeglądu literatury, zatem z każdej publikacji wyodrębniono informacje dotyczące kosztów zakupu, eksploatacji, infrastruktury oraz informacje dotyczące uwarunkowań energetycznych, czynników społecznych, regulacji prawnych oraz wniosków autorów na temat opłacalności elektromobilności. Następnie informacje pogrupowano tematycznie i porównano między publikacjami w celu identyfikacji powtarzających się wniosków oraz rozbieżności. Nie przeprowadzono formalnej oceny jakości metodologicznej publikacji przy użyciu standaryzowanych narzędzi (np. CASP lub JBI). Oceniono natomiast rodzaj publikacji i jej aktualność, charakter zastosowanej metody badawczej, przejrzystość prezentowanych wyników oraz znaczenie dla problemu badawczego.

Wyszukiwanie przeprowadzono 7 lipca 2026 roku i w wynikach pojawiły się 24 pozycje. Biorąc pod uwagę kryteria włączania i wyłączenia, niniejszych 8 prac wybrano do usunięcia z analizy:

- Jakubowski, T. (2025). *Wpływ promieniowania UV-C na rozwój i strukturę plonu roślin ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) oraz jakość uzyskanych półproduktów*. Wydawnictwo ITP-PIB. – praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Dzierżanowski, P. (2025). *Nierównowagi w gospodarce ChRL a napięcia w relacjach z USA. Sprawy Międzynarodowe*, 78(1), 119-146. – praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.

- Krzyżak, E. (2025). Zabezpieczenie stratotypowych rdzeni wiertniczych jako element wspierający bezpieczeństwo surowcowe kraju. II KONGRES SUROWCOWY. – ta pozycja to jedynie abstrakt wystąpienia na konferencji, oraz nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Schmidt, F. (2025). Kiedy praktyki się zmieniają? Krytyczna analiza koncepcji i mechanizmów zmiany i dynamiki społecznej w teorii praktyk społecznych Shove, Pantzara i Watsona oraz Schatzkiego. *Przegląd Socjologiczny*, 74(4), 107-142. – praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Grzywacz, M. (2025). Rola minerałów krytycznych i zasobów wodnych w produkcji zielonego wodoru. *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego*, 17(32), 167-194. – praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Podviazkina, A. (2025). Gry komunikacyjne jako manifestacje intencji nadawcy radiowego na przykładzie Polskiego Radia Dzieciom i Детское радио (Detskoe Radio). *Media Research Issues*, 68(3 (263)). – praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Tomaszewicz, R. (2025). Zrobotyzowany ciąg technologiczny do montażu i testowania amortyzatorów oraz sprężyn gazowych. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 29(2), 45–52. [http://dx.doi.org/10.14313/PAR\\_256/45](http://dx.doi.org/10.14313/PAR_256/45) - praca nie dotyczy bezpośrednio samochodów.
- Lewicki, M., & Paprocki, W. (2025). ŁADOWANIE NA MARSIE, CZYLI WEHIKUŁ CASE W MIEŚCIE REGENERACYJNYM. *Regeneracja miast*, 100. – brak dostępu do monografii w wersji free open access.

Ponadto jedna pozycja została zduplikowana, zatem została pominięta. W niniejszej analizie wykorzystano więc 15 prac naukowych i innych źródeł, w tym cztery monografie naukowe, jedna monografia pokonferencyjna, jedna rozprawa doktorska i jeden przegląd analityczny.

Ograniczeniem niniejszego przeglądu jest wykorzystanie jednej bazy wyszukiwawczej (Google Scholar) oraz zawężenie analizy do publikacji polskojęzycznych. Celem pracy nie było jednak przeprowadzenie pełnego przeglądu systematycznego, lecz syntetyczne przedstawienie aktualnego stanu polskiej literatury naukowej dotyczącej opłacalności samochodów elektrycznych.

## Przegląd literatury

### Wybrane publikacje

W każdej z wybranych prac pojawia się wiele skrótów, które należy wyjaśnić:

- EV (ang. *Electric Vehicle*) – ogólne określenie pojazdu elektrycznego, czyli takiego, w którym głównym źródłem napędu jest silnik lub silniki elektryczne zasilane energią elektryczną (np. BEV, PHEV, FCEV to różne podtypy EV).
- BEV (ang. *Battery Electric Vehicle*) – samochód całkowicie elektryczny, napędzany wyłącznie energią zmagazynowaną w akumulatorze trakcyjnym, bez silnika spalinowego (ładowany z zewnętrznej sieci lub ładowarek).
- PHEV (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) – hybryda typu plug-in, łącząca silnik spalinowy i elektryczny, z możliwością ładowania akumulatora z sieci i jazdy na samym napędzie elektrycznym na krótkich dystansach.
- FCEV (ang. *Fuel Cell Electric Vehicle*) – pojazd elektryczny zasilany ogniwem paliwowym (zwykle wodorowym); energia elektryczna powstaje w pojeździe w wyniku reakcji chemicznej wodoru z tlenem, a silnik napędza pojazd jak w innych EV.

Ponadto w niniejszym opracowaniu pojawiać się będzie pojęcie mikromobilności. Janczewscy definiują to jako „[...] rozwiązanie transportowe oferujące korzyści środowiskowe i ekonomiczne, szczególnie dla miast. Obejmuje małe, lekkie pojazdy, takie jak hulajnogi elektryczne, rowery tradycyjne i elektryczne oraz

motorowery, które są wykorzystywane głównie na krótkich dystansach” (Janczewski i Janczewska, 2025, s. 194). W niniejszej pracy zatem nie będzie omawiana wyłącznie elektryfikacja transportu dwuśladowego, ale również i jednośladowego.

Tabela 1 syntetyzuje prace pokazując czego dotyczy najnowsza, polska literatura oraz pokazuje kierunki współczesnych badań. Z kolei Rysunek 1 prezentuje lukę badawczą wśród znalezionych badań.

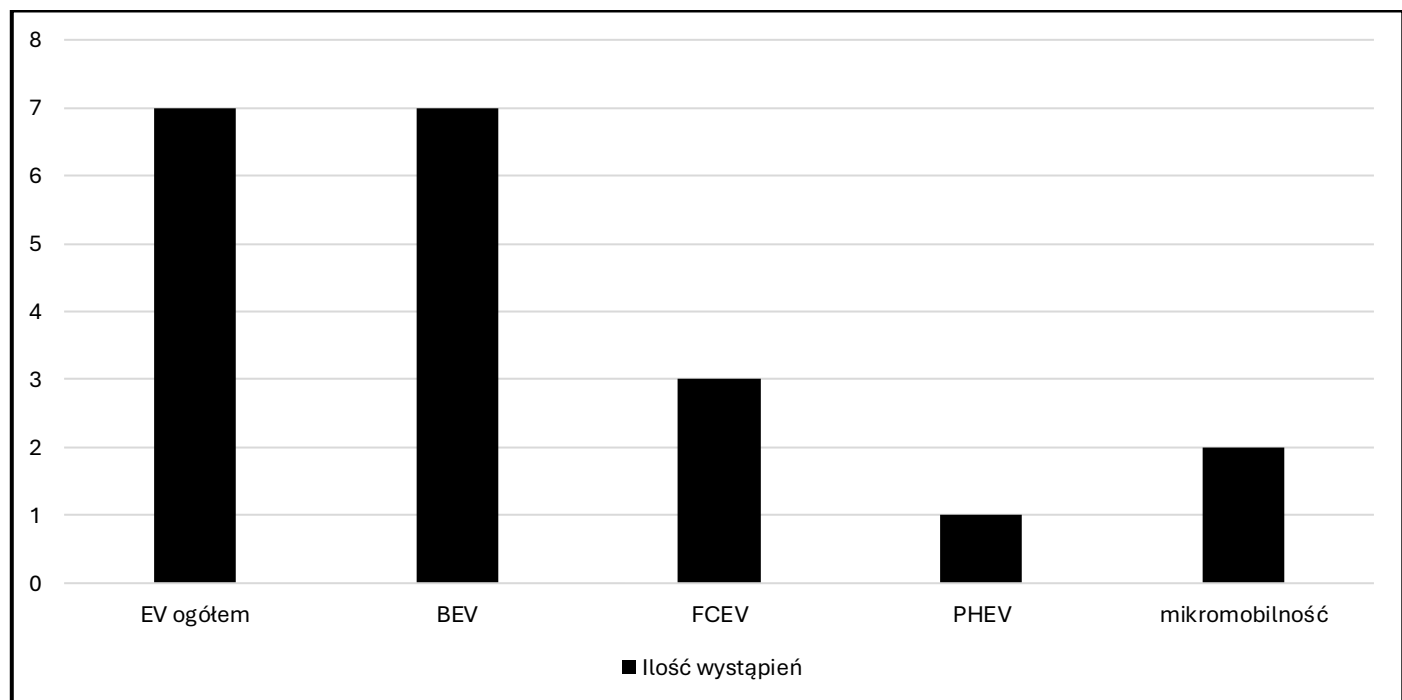
**Tabela 1.** Zestawienie wyselekcjonowanych prac pod względem wniosków i obszaru badawczego.

| Autor i rok                    | Typ publikacji | Obszar                    | Czego dotyczy praca?                               | Kluczowy wniosek o opłacalności                                                                                              |
|--------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Urbaś, Topczewska 2025         | artykuł        | mikro, konsumenci         | BEV, EV                                            | EV opłacalne głównie w dużych miastach z infrastrukturą ładowania; bariery: cena, zasięg, ładowanie                          |
| Pawlak 2025                    | artykuł        | sektor TSL                | BEV, FCEV                                          | Opłacalność napędów alternatywnych w transporcie towarowym zależna od opłat środowiskowych i infrastruktury                  |
| Krysiuk, Menes 2025            | artykuł        | TSL, wodór                | FCEV                                               | FCEV wymagają dużego wsparcia publicznego; TCO wyższe niż dla BEV i konwencjonalnych pojazdów                                |
| Popczyk 2025                   | monografia     | energetyka, prosumeryzm   | BEV                                                | Integracja EV z lokalnym OZE znacząco obniża koszt energii do ładowania                                                      |
| Jasiński, Wręczycka 2026       | artykuł        | społeczności energetyczne | BEV                                                | Spółdzielnie energetyczne mogą obniżyć koszt energii o 20–50%, ale istnieje ryzyko „pułapki 40%” przy niskiej autokonsumpcji |
| Grudniewski, Ciekankowski 2024 | monografia     | miks energetyczny         | BEV                                                | Miks wysokoemisyjny ogranicza ekonomiczną przewagę EV – koszt środowiskowy kWh ładowania z sieci jest wysoki                 |
| Jury, Banaś (red.) 2024        | praca zbiorowa | OZE                       | BEV                                                | Spadek kosztów PV i wiatru (ok. 300 zł/MWh) tworzy warunki do taniego ładowania EV z własnych OZE                            |
| Janczewski, Janczewska 2025    | artykuł        | mikromobilność            | e-hulajnogi, e-rowery jako pojęcie mikromobilności | Prywatna mikromobilność jest wielokrotnie tańsza niż <i>sharing</i> ; może zastępować część funkcji samochodu                |
| Woźnica-Hanusik 2026           | rozprawa       | platformy cyfrowe         | EV, mikromobilność                                 | <i>Sharing</i> EV i e-hulajnóg może obniżyć całkowity koszt mobilności i zmniejszyć liczbę prywatnych aut                    |
| Tokarski (red.) 2025           | praca zbiorowa | TSL, logistyka            | EV ogólnie                                         | Opłacalność EV zależy od logistyki serwisu i                                                                                 |

|                       |            |                             |                 |                                                                                                                             |
|-----------------------|------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |            |                             |                 | infrastruktury; same pojazdy nie wystarczą                                                                                  |
| Tokarski, Fudali 2026 | monografia | internacjonalizacja TSL     | floty EV        | Koszty <i>compliance</i> UE przesuwają przewagę konkurencyjną ku flotom nisko- i zeroemisyjnym                              |
| Maszkiewicz 2025      | rozdział   | prawo, ESG                  | floty EV        | CSRD i raportowanie ESG zwiększają presję kosztową na floty spalinowe                                                       |
| Socha 2025            | artykuł    | Japonia                     | BEV, PHEV, FCEV | Japońska opłacalność EV zależy od wysokich subsydiów i innej struktury cen energii – ograniczona transferowalność do Polski |
| Aniszewska i in. 2025 | monografia | leśnictwo, pojazdy użytkowe | EV użytkowe     | Elektryfikacja opłacalna głównie przy przewidywalnych trasach i infrastrukturze ładowania                                   |
| Brach 2026            | artykuł    | dostawy nocne               | EV dostawcze    | EV szczególnie opłacalne w dostawach nocnych (niższe taryfy energii, niższy hałas)                                          |

Źródło: opracowanie własne.

**Rysunek 1.** Rozkład tematyczny publikacji włączonych do analizowanego zbioru.



Źródło: opracowanie własne.

Uwaga: Rysunek przedstawia wyłącznie 15 publikacji włączonych do niniejszego przeglądu. Kategorie tematyczne przypisano na podstawie dominującego przedmiotu analizy wskazanego w publikacjach. Jeżeli jedna publikacja obejmowała więcej niż jeden obszar, przyporządkowano ją do kategorii dominującej. Rysunek nie przedstawia pełnej struktury polskiej literatury, lecz rozkład tematów w analizowanym zbiorze.

Rozkład tematów w Tabeli 1 i na Rysunku 1 wskazuje, że analizowany zbiór koncentruje się przede wszystkim na BEV, infrastrukturze energetycznej, transporcie towarowym oraz mikromobilności. Relatywnie słabiej reprezentowane są PHEV, porównania regionalne wewnątrz Polski oraz analizy oparte na rzeczywistych, wieloletnich danych eksploatacyjnych. Nie oznacza to jednak, że przedstawiony rozkład odzwierciedla rzeczywistą strukturę całej literatury. Jest on wynikiem przyjętej strategii wyszukiwania, ograniczenia do publikacji polskojęzycznych, zakresu lat 2024–2026 oraz kryterium dostępności pełnego tekstu. Rysunek 1 należy zatem interpretować jako obraz tematyki w analizowanym zbiorze, a nie jako pełną mapę krajowych badań nad elektromobilnością. Najważniejsza zidentyfikowana luka dotyczy braku publikacji łączących w jednym modelu koszty nabycia, energii, serwisowania, utraty wartości, infrastruktury, zmian regulacyjnych i regionalnego miks energetycznego. Dodatkowo niewystarczająco reprezentowane są porównania mieszkańców miast i obszarów wiejskich oraz porównania różnych regionów Polski.

### **Koszty ekonomiczne i społeczne elektryfikacji transportu**

Rozważania należy zacząć od kosztów – niewątpliwie wdrażanie elektrycznych samochodów i środków transportu może spotkać się nie tylko z barierami ekonomicznymi, ale i społecznymi. Z tego powodu Urbaś i Topczewska (2025) przeprowadzili badanie ankietowe wśród 167 respondentów na temat postrzegania alternatywnych napędów samochodowych. Wyniki pokazują, że spośród posiadanych pojazdów aż 89% to samochody z silnikiem spalinowym, a napędy hybrydowe i elektryczne łącznie stanowią zaledwie 3,7% badanej próby. Wśród wskazywanych przez respondentów wad samochodów elektrycznych dominują: niewystarczająca liczba stacji ładowania (21,5% wskazań), krótki zasięg (21,3%), problem z utylizacją baterii (18,8%) oraz wysoka cena zakupu (18,6%) – co bezpośrednio wskazuje na barierę o charakterze kosztów nabycia. Wyniki ankiety potwierdzają, że mimo rosnącej świadomości ekologicznej decyzje konsumentów wciąż ograniczają czynniki praktyczne i ekonomiczne. Autorzy przywołują stanowisko Pawłosa i Zadoronego (2024, za: Urbaś i Topczewska, 2025), zgodnie z którym użytkowanie pojazdów elektrycznych jest ekonomicznie uzasadnione jedynie w dużych miastach z rozwiniętą infrastrukturą ładowania. Znaczna część respondentów (kobiety 35%, mężczyźni 46%) zadeklarowała, że nie dostrzega zalet samochodów elektrycznych. Z drugiej strony, spośród wskazywanych korzyści, obok aspektów ekologicznych i komfortu jazdy, respondenci wymieniali niższe koszty eksploatacji (12,5% wskazań jako zaletę). Autorzy wnioskujeją więc, że transformacja rynku motoryzacyjnego wymaga zarówno rozwoju technologii, jak i rozbudowy infrastruktury oraz edukacji społeczeństwa, co warunkuje realną opłacalność elektromobilności.

Wcześniej wymienioną barierę kosztową przedstawia Pawlak (2025), który analizuje ekonomiczne aspekty wdrażania alternatywnych napędów w samochodowym transporcie towarowym w Polsce. Autor wskazuje, że branża polskiego międzynarodowego transportu drogowego generuje ponad 6% PKB, dysponuje ok. 300 tys. zarejestrowanych pojazdów i zatrudnia około miliona pracowników w sektorze TSL. Jednocześnie w pierwszej połowie 2023 r. liczba upadłości w sektorze transportu drogowego wzrosła o 100% w porównaniu z analogicznym okresem roku poprzedniego, a zadłużenie przewoźników przekroczyło 2 mld PLN. Kluczowe znaczenie z ekonomicznego punktu widzenia mają nowe regulacje. Implementacja dyrektywy 2022/362 zakłada, że opłata elektroniczna będzie składać się z dotychczasowej opłaty infrastrukturalnej oraz dwóch nowych elementów – opłaty za emisję CO<sub>2</sub> i opłaty za zanieczyszczenie powietrza. Wzrost kosztów regulacyjnych dla pojazdów spalinowych stwarza zatem ekonomiczną motywację do inwestycji w napędy zeroemisyjne. Pawlak (2025) podkreśla jednak, że firmy transportowe nadal obawiają się kosztów elektrofłoty. Dokonując przeglądu literatury, Pawlak (2025) przywołuje wyniki badań zagranicznych wskazujących, że ciężarówki elektryczne akumulatorowe nie są bezpośrednimi zamiennikami dla pojazdów dieslowych – wymagają przebudowy całego systemu operacji przewozowych. W Szwajcarii zelektryfikowanie 71% tonokilometrów transportu drogowego byłoby możliwe przy spełnieniu warunków dotyczących infrastruktury ładowania (minimum 50 kW w bazie macierzystej) i modyfikacji przepisów o maksymalnej masie pojazdów. Z kolei badania z Islandii wykazały, że przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych zasięg ciężarówki elektrycznej może się zmniejszyć o 41–47%, co bezpośrednio zwiększa koszty operacyjne oraz ryzyko niewykonania usługi transportowej. W odniesieniu do wodoru Pawlak (2025) wskazuje, że w całej UE w 2023 r. funkcjonowało tylko 177 stacji tankowania, co ogranicza dostępność i tym

samym ekonomiczną wykonalność wdrożeń FCEV w polskich przedsiębiorstwach transportowych. Autor rekomenduje, by przewoźnicy, zważywszy na sytuację i przyszłe zmiany legislacyjne, rozważali inwestycje w pojazdy zero- lub niskoemisyjne – dostrzegając w tym szansę na poprawę wskaźnika kosztów do przychodów.

W niniejszym przeglądzie pojawia się również praca Sochy (2025) w „Monitorze Japońskim”, która wpisuje się jako kontrast do polskich badań. Opisuje model japońskiej elektromobilności, zwracając uwagę na systemowe podejście do opłacalności: w Japonii intensywnie rozwijane są hybrydowe modele napędu, w tym PHEV i FCEV. Autorka wskazuje, że tamtejszy rynek charakteryzuje się innymi niż europejskie uwarunkowaniami ekonomicznymi – m.in. wyższymi subsydiami rządowymi i inną strukturą cen energii – co ogranicza bezpośrednią transferowalność japońskich wniosków do polskich realiów. Niemniej doświadczenia japońskie sugerują, że długoterminowa opłacalność pojazdów elektrycznych jest ściśle powiązana ze stabilnością polityki wsparcia publicznego oraz skalą produkcji.

### **Techniczne omówienie pojazdów elektrycznych w ujęciu liczbowym**

Opór społeczny, jak wskazali Urbaś i Topczewska (2025) jest przede wszystkim kierowany kosztami i brakiem praktycznej możliwości korzystania z samochodów elektrycznych. Krysiuk i Menes (2025) przeprowadzają szczegółową analizę technologiczną, środowiskową i infrastrukturalną transportu wodorowego w Polsce, by zrozumieć w jaki sposób ów koszty się kształtowały. Z ekonomicznego punktu widzenia szczególnie istotna jest sekcja ich pracy poświęcona całkowitemu kosztowi posiadania (TCO, ang. Total Cost of Ownership): mimo że pojazdy elektryczne napędzane ogniwami paliwowymi generują niższe koszty eksploatacyjne związane z konserwacją i paliwem przy dużej skali produkcji wodoru, ich TCO jest wciąż wyższy niż w przypadku pojazdów konwencjonalnych czy samochodów napędzanych wyłącznie baterią. Wysoki koszt komponentów – w szczególności ogniw paliwowych i zbiorników ciśnieniowych – powoduje, że FCEV są obecnie atrakcyjne głównie dla operatorów flotowych i zastosowań specjalistycznych. Autorzy przywołują raport Hydrogen Council z 2024 r., wskazując, że do 2030 r. koszty zakupu pojazdów FCEV mogą spaść o 50%, a koszt zielonego wodoru może obniżyć się poniżej 2 EUR/kg, co uczyni go konkurencyjnym wobec oleju napędowego i gazu ziemnego w sektorze transportu ciężkiego. Efektywność energetyczna łańcucha „kołek–koło” (well-to-wheel) w FCEV szacuje się jednak na zaledwie 25–35%, w porównaniu z 70–80% dla BEV, co jest istotnym czynnikiem kosztowym przy obliczaniu opłacalności operacyjnej. W studium przypadku polskiego sektora autorzy odnotowują, że zakup 14 autobusów wodorowych dla Rybnika kosztował 59 mln zł, z czego 100% kosztów netto pokryto z Krajowego Planu Odbudowy. Brak publicznego dofinansowania sprawiałby więc, że ekonomiczne uzasadnienie takich inwestycji byłoby wątpliwe. Kluczowe bariery ekonomiczne w Polsce to: wysokie wydatki kapitałowe i operacyjne infrastruktury (stacje tankowania, elektrolizery), paradoks „kury i jajka” (brak popytu hamuje budowę infrastruktury czy brak infrastruktury hamuje popyt?), oraz silna konkurencja w programach unijnych, premiująca projekty z krajów o tańszej energii odnawialnej. Cena wodoru w Polsce wynosiła w 2024 r. 69 zł/kg, w porównaniu z ceną oleju napędowego na poziomie 6,77 zł/l – co bezpośrednio przekłada się na wyższe koszty paliwa dla operatorów flotowych.

Koszty utrzymania pojazdów wodorowych to nie wszystko. Popczyk (2025) oraz Jasiński i Wręczycka (2026), omawiają wydatki związane z transformacją energetyczną w transporcie miejskim. Artykuł z Biuletynu PPTE2050 nr 1(8)/2025 poświęcony narzędziu oceny śladu węglowego transportu miejskiego analizuje ekonomiczne skutki wymiany taboru autobusów komunikacji miejskiej w Wodzisławiu Śląskim. Z ekonomicznego punktu widzenia szczególnie istotne są dane dotyczące kosztów paliwa: roczne tankowanie floty autobusów z silnikiem Diesla (9 pojazdów) stanowiło koszt rzędu 1,201 mln zł rocznie. Po wymianie na autobusy wodorowe FCEV szacunkowy koszt paliwa (zakup wodoru dla 9 pojazdów wraz z autobusami rezerwowymi) wyniósłby 3,564 mln zł rocznie – blisko trzykrotnie wyższy nakład finansowy. Analiza wskazuje, że bez wsparcia publicznego lub znaczącego spadku cen wodoru, wymiana na FCEV jest ekonomicznie nieuzasadniona. W przypadku autobusów elektrycznych (typu BEV) przywołane obliczenia śladu węglowego nie stanowią bezpośredniej kalkulacji opłacalności ekonomicznej. Mogą jednak wskazywać

na elementy, które potencjalnie powinny zostać uwzględnione w rozszerzonym rachunku cyklu życia, w szczególności na produkcję akumulatorów, zużycie energii oraz przyszłe koszty wymiany baterii. Ponieważ analizowane opracowanie środowiskowe nie przedstawia pełnego modelu TCO, dane dotyczące emisji nie powinny być interpretowane jako bezpośrednie wartości kosztów ekonomicznych.

Ponadto Jasiński i Wręczycka (2026) analizują transformację energetyczną w kierunku elektroprosumeryzmu z perspektywy lokalnych społeczności energetycznych. W kontekście samochodów elektrycznych praca wskazuje, że integracja ładowania pojazdów z lokalnymi instalacjami PV i magazynami energii w ramach tzw. Elektroprosumenckiej Platformy Energetycznej (EPE) pozwala na obniżenie kosztów energii do ładowania. W badanym modelu osiedla mieszkaniowego z 120 samochodami elektrycznymi, energia dostarczana do ładowania w wariantcie EPE rozliczana była na poziomie 80% łącznej ceny zakupu energii z KSE wraz z kosztami przesyłu (tj. 1291,5 zł/MWh wobec 1845 zł/MWh z zewnętrznymi ładowarkami) (Popczyk, 2025). Dodatkowo Popczyk (2025) prezentuje szczegółowe porównanie trzech wariantów realizacji budynku wielorodzinnego (tradycyjny z siecią ciepłowniczą, EPE i tradycyjny z gazem). Wariant EPE – mimo najwyższych nakładów inwestycyjnych (17,46 mln zł, 582 zł/m<sup>2</sup>) – charakteryzuje się zdecydowanie najniższymi kosztami eksploatacji: różnica wobec wariantu tradycyjnego wynosi ponad 3,2 mln zł rocznie, a prosty czas zwrotu dodatkowych nakładów to 4,26 roku. Dla użytkowników samochodów elektrycznych na osiedlu wariant EPE generuje bezpośrednią korzyść finansową na poziomie ponad 156 220 zł rocznie z tytułu tańszego ładowania. Wyniki wskazują, że zintegrowane systemy energetyczne z własną instalacją PV/PVT i zarządzaniem energią mogą uczynić ładowanie samochodów elektrycznych znacznie bardziej opłacalnym niż korzystanie z zewnętrznych dostawców energii.

Jasiński i Wręczycka (2026) zwracają uwagę na realne ryzyko ekonomiczne tzw. „pułapki 40%”, które dotyczy m.in. spółdzielni energetycznych dostarczających energię do ładowania pojazdów. Artykuł wykazuje, że spełnienie minimalnego progu samowystarczalności rocznej (40% lub 70%) nie gwarantuje niskiej ceny energii, jeśli współczynnik autokonsumpcji jest niski. Dla fotowoltaiki typowy współczynnik autokonsumpcji prowadzi do kosztów niezbilansowania rzędu 602 tys. zł/rok (przy samowystarczalności 70% i cenie 978 zł/MWh) lub 457 tys. zł/rok (przy cenie preferencyjnej 685 zł/MWh). Znaczenie dla elektromobilności jest bezpośrednie: jeżeli spółdzielnia energetyczna, zasilająca stacje ładowania, kupuje brakującą energię z sieci po pełnych kosztach umowy kompleksowej, końcowe koszty ładowania pojazdów mogą być znacznie wyższe od oczekiwanych. Rok 2026 przynosi kolejne podwyżki opłat dystrybucyjnych i opłaty mocowej, co z jednej strony zwiększa potencjalne oszczędności ze stosowania własnych OZE, z drugiej – drastycznie powiększa koszty niedoborów energii pokrywanych z sieci. Autorzy podsumowują, że funkcjonowanie spółdzielni energetycznej może przynieść realną obniżkę kosztów energii od 20% do 50%. Decyzja o jej założeniu wymaga jednak uprzedniej analizy techniczno-ekonomicznej w ujęciu godzinowym profili wytwarzania i poboru.

Na sam koniec, opracowanie, które nie dotyczy samochodów *per se*, ale porusza ważny aspekt. Aniszewska i in. (2025) omawiają ekonomię transportu w trudnych warunkach terenowych i obciążeniach ponadnormatywnych. Choć monografia dotyczy leśnictwa, autorzy wskazują na wyzwania elektryfikacji pojazdów użytkowych w sektorach o specyficznych wymaganiach eksploatacyjnych (duże ładunki, zmienne trasy, brak infrastruktury ładowania), co bezpośrednio przekłada się na ograniczone możliwości obniżenia TCO przez elektrofloty w tych zastosowaniach. Wniosek ekonomiczny – elektryfikacja flot jest opłacalna przede wszystkim w transporcie regularnym o przewidywalnych trasach i dostępnej infrastrukturze ładowania, a nie w logistyce o silnie nieregularnych wzorcach operacyjnych.

Zestawienie analizowanych publikacji nie pozwala sformułować jednego rozstrzygnięcia dotyczącego opłacalności wszystkich napędów elektrycznych w Polsce. W odniesieniu do BEV powtarza się znaczenie infrastruktury, przewidywalnych tras oraz kosztu energii, natomiast w odniesieniu do FCEV częściej wskazywane są wysokie nakłady początkowe, ograniczona dostępność infrastruktury i zależność od finansowania publicznego. Różnice między tymi technologiami nie były jednak oceniane w analizowanych pracach na podstawie jednej wspólnej metodologii, dlatego nie można traktować ich wyników jako bezpośredniego rankingu technologii.

Najbardziej uzasadniona synteza ma charakter warunkowy: w analizowanym zbiorze publikacji opłacalność BEV była wiązana przede wszystkim z intensywnym lub regularnym użytkowaniem, dostępem do infrastruktury ładowania i możliwością ograniczenia kosztu energii. Natomiast ekonomiczna zasadność FCEV wymagała według części autorów określonych zastosowań flotowych, rozwoju infrastruktury oraz wsparcia publicznego. Wniosek ten odnosi się do zakresu i założeń analizowanych prac, a nie do wszystkich obecnych i przyszłych zastosowań obu technologii.

### Zrównoważony transport

Coraz częściej omawianym kosztem pozostają koszty ekologiczne. Oprócz cen paliw i społecznego odbioru elektryfikacji transportu nie można zapominać o potencjalnych stratach lub zyskach z wdrożenia takich rozwiązań. Maszkiewicz (2025) w rozdziale poświęconym raportowaniu zrównoważonego rozwoju omawia konsekwencje wdrożenia dyrektywy w sprawie sprawozdawczości przedsiębiorstw w zakresie zrównoważonego rozwoju (CSRD) i wymogów ESG dla przedsiębiorstw. Choć opracowanie dotyczy przede wszystkim zagadnień prawno-raportowych, ma ono bezpośrednie implikacje ekonomiczne dla transportu elektrycznego: koszty emisji CO<sub>2</sub> generowane przez flotę spalinową muszą być ujawniane w sprawozdawczości niefinansowej. To wywiera presję na przedsiębiorstwa posiadające pojazdy spalinowe. Konieczność uwzględniania w rachunkach kosztów zewnętrznych transportu (opłata za emisję CO<sub>2</sub>, opłata za zanieczyszczenie powietrza), wdrażana przez dyrektywę 2022/362, stanowi ekonomiczną przesłankę do przyspieszenia wymiany floty spalinowej na elektryczną, zwłaszcza w branży TSL.

Tokarski (2025) w pracy zbiorowej „Zrównoważony transport w logistyce i handlu międzynarodowym” porusza aspekty ekonomiczne alternatywnych napędów w kontekście wymagań logistycznych. Stawia tezę, że transformacja sektora TSL wymaga jednoczesnej integracji rozwiązań technologicznych, efektywnego zarządzania logistycznego i współpracy międzynarodowej. W warstwie środowiskowej autorzy wskazują, że transport odpowiada za około 25% emisji CO<sub>2</sub> w Unii Europejskiej, z czego 72% przypada na transport drogowy. To czyni elektryfikację floty jednym z kluczowych narzędzi dekarbonizacji zgodnie z unijną strategią na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności, zakładającą redukcję emisji o 90% do 2050 r.. Szczególnie wartościowy w tym kontekście jest rozdział poświęcony centrum serwisowemu Tesla Oslo-North, gdzie badane są operacyjne realia elektromobilności. Mimo że pojazdy elektryczne wpisują się w cele środowiskowe, opłacalność ich eksploatacji uzależniona jest od sprawności infrastruktury obsługowej. Natomiast zidentyfikowane niedobory kadrowe i wąskie gardła w procesach logistycznych serwisu wskazują, że sama elektryfikacja floty bez równoczesnej optymalizacji łańcucha wartości usług posprzedażnych nie gwarantuje pełnej efektywności ekonomicznej. Rosnący kryzys ekologiczny oraz zobowiązania klimatyczne – w tym norweski plan całkowitej eliminacji pojazdów spalinowych do 2025 r. – wymuszają szybkie skalowanie infrastruktury serwisowej dla pojazdów elektrycznych, co Tokarski (2025) postrzega jako warunek *sine qua non* dla rentowności i społecznej akceptacji elektromobilności jako filaru zrównoważonego rozwoju transportu.

Brach (2026) analizuje dostawy w godzinach pozaszczytowych i nocnych, wskazując, że pojazdy elektryczne są szczególnie atrakcyjne ekonomicznie dla dostaw nocnych w obszarach miejskich ze względu na niższy koszt energii elektrycznej w taryfach nocnych oraz mniejszą presję hałasową. Koszty zewnętrzne transportu elektrycznego są niższe od konwencjonalnego nie tylko w wymiarze emisji, ale i hałasu, co w kontekście regulacji dotyczących dostaw nocnych może być czynnikiem przewagi konkurencyjnej operatorów elektrycznych flot logistycznych. Z kolei Tokarski i Fudali (2026) w opracowaniu dotyczącym internacjonalizacji przedsiębiorstw transportowych wskazują, że koszty *compliance* z regulacjami środowiskowymi UE stają się istotnym elementem strategii kształtowania przewagi konkurencyjnej na rynku TSL. Polscy przewoźnicy, jako liderzy europejskiego transportu drogowego (20,3% tonokilometrów UE w 2023 r.), muszą uwzględniać koszt transformacji floty w długoterminowych modelach biznesowych.

Grudniewski i Ciekanski (2024) w monografii poświęconej bezpieczeństwu energetycznemu w kontekście fotowoltaiki analizują, jak systemy PV mogą obniżyć koszty energii elektrycznej wykorzystywanej do ładowania pojazdów. Z perspektywy ekonomicznej kluczowy jest fakt, że w Polsce w 2025 r. jedynie ok.

22% wytworzonej energii elektrycznej pochodziło ze źródeł odnawialnych. Dominacja węgla w miksie energetycznym sprawia, że koszt środowiskowy (a w przyszłości – regulacyjny) każdej kilowatogodziny pobieranej z sieci na ładowanie samochodów elektrycznych jest wyższy niż w krajach o wyższym udziale OZE. Ekonomiczna konsekwencja jest następująca: opłacalność samochodów elektrycznych w Polsce jest silnie uzależniona od postępów transformacji energetycznej. Im wolniejsze odchodzenie od węgla, tym wyższy ukryty koszt środowiskowy (i potencjalnie przyszły koszt regulacyjny) każdej kilowatogodziny zużytej do ładowania BEV, co osłabia argument o niskich kosztach eksploatacji wobec pojazdów spalinowych. Analizy z raportu dotyczącego wskaźnika emisji ( $685 \text{ kgCO}_2\text{e/MWh}$  dla odbiorcy końcowego w Polsce) pokazują, że ładowanie samochodów elektrycznych z polskiej sieci może prowadzić do emisji porównywalnych z tymi, jakie generuje bezpośrednie spalanie oleju napędowego, jeśli nie uwzględni się lokalnego OZE.

Jury i Banaś (red., 2024) w pracy zbiorowej „Innowacje w odnawialnych źródłach energii” wskazują na perspektywę obniżenia kosztów energii elektrycznej dostępnej do ładowania pojazdów. Z ekonomicznego punktu widzenia postępująca redukcja kosztów instalacji fotowoltaicznych (wyrównany koszt energii dla paneli fotowoltaicznych i energii wiatrowej szacowany na  $300 \text{ zł/MWh}$ ) w porównaniu z cenami energii z sieci (przekraczającymi  $1200 \text{ zł/MWh}$  w taryfie C11) tworzy ekonomiczne przesłanki dla modelu ładowania pojazdów elektrycznych zasilanego własnym OZE. Taka synergia obniża długoterminowy koszt posiadania samochodu elektrycznego dla użytkowników posiadających własne instalacje PV lub uczestniczących w spółdzielni energetycznej.

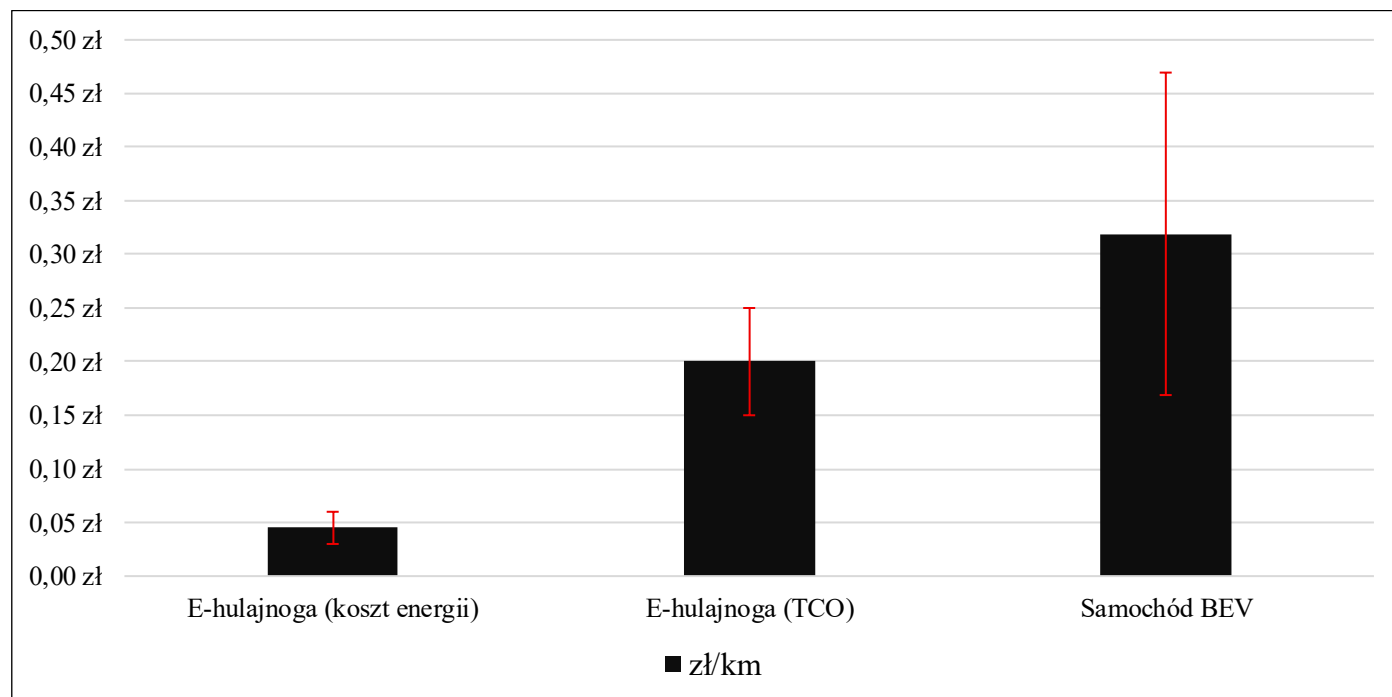
Z przywołanych prac wynika, że zrównoważony transport staje się przede wszystkim kategorią ekonomiczną a nie tylko środowiskową. Obowiązki raportowe CSRD i rosnąca internalizacja kosztów zewnętrznych (emisje, hałas, zanieczyszczenie powietrza) przesuwają ciężar finansowy na użytkowników flot spalinowych, tworząc trwałą przewagę kosztową dla rozwiązań nisko- i bezemisyjnych. Jednocześnie opłacalność elektromobilności w tym paradygmacie jest silnie zależna od jakości otoczenia systemowego: taniej energii z OZE, dobrej infrastruktury ładowania i stabilnych regulacji. Tam, gdzie miks energetyczny pozostaje wysokoemisyjny, gdzie brakuje zaplecza technicznego lub transport odbywa się w trudnych, nieregularnych warunkach operacyjnych, elektryfikacja flot nie tylko nie realizuje pełnego potencjału środowiskowego, ale także nie osiąga oczekiwanych korzyści kosztowych.

### **Kwestia mikromobilności jako przyszłości transportu**

Na ulicach coraz częściej można zobaczyć hulajnogi i rowery elektryczne, często dofinansowane przez miasto. Wobec takich zmian Janczewski i Janczewska (2025) wprowadzają pojęcie „ekonomii mikromobilności” jako nowej subdyscypliny badawczej, obejmującej koszty i opłacalność małych pojazdów elektrycznych (dodatkowo wliczając w to mikrosamochody). Artykuł zawiera konkretną analizę kosztów hulajnóg elektrycznych (Rysunek 2), istotną w kontekście alternatywnych form elektrycznego transportu prywatnego:

- Ceny nowych hulajnóg elektrycznych na rynku polskim wahają się od ok.  $1500 \text{ zł}$  (modele o krótkim zasięgu) do ponad  $6000 \text{ zł}$ .
- Koszt energii elektrycznej do przejazdu  $100 \text{ km}$  hulajnogą elektryczną wynosi ok.  $3\text{--}6 \text{ zł}$  ( $0,03\text{--}0,06 \text{ zł/km}$ ).
- Po uwzględnieniu amortyzacji, ubezpieczenia, wymiany baterii i kosztów utrzymania koszt przejazdu  $1 \text{ km}$  prywatną hulajnogą elektryczną szacowany jest na  $0,15\text{--}0,25 \text{ zł/km}$ .
- Wynajem hulajnogi elektrycznej od operatora (sharing) kosztuje przy jednym operatorze  $0,99 \text{ zł/min}$ , co przy przejeździe  $5 \text{ km}$  ( $20 \text{ min}$ ) daje  $19,80 \text{ zł}$ , czyli ok.  $3,96 \text{ zł/km}$  – wielokrotnie więcej niż koszt prywatnego pojazdu.

**Rysunek 2.** Średnie koszty utrzymania wybranych pojazdów elektrycznych w przeliczeniu na zł/km.



Źródło: opracowanie własne na podstawie Janczewskiego i Janczewskiej (2025) oraz raportu Milivolt (2026). Uwaga: Rysunek przedstawia wartości pochodzące z dwóch źródeł o różnym charakterze. Dane dotyczące hulajnóg elektrycznych zaczerpnięto z Janczewskiego i Janczewskiej (2025), natomiast dane dotyczące samochodów elektrycznych zaczerpnięto z zestawienia kosztów ładowania i kosztu przejazdu 100 km opublikowanego przez Milivolt (2026). Dane z Milivolt skorygowano o inflację (liczoną od stycznia do czerwca 2026), by odpowiadały wartościom z pracy Janczewskiego i Janczewskiej (2025).

Na Rysunku 2 zaprezentowano ceny utrzymania własnej hulajnogi względem samochodu elektrycznego. W przypadku samochodu BEV skorzystano z raportu Milivolt (2026), licząc średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe z tabeli *Ceny ładowania a koszt 100 km*. Następnie cofnięto w nich efekt inflacyjny, przyjmując, że skumulowana inflacja styczeń-czerwiec 2026 wyniosła 2,3%. Zatem koszty energii samochodu elektrycznego są niemal siedmiokrotnie wyższe niż w przypadku hulajnóg. Autorzy wskazują, że globalny rynek mikromobilności był wart ok. 175 mld USD w 2022 r. i może urosnąć do ok. 360–440 mld USD do 2030 r. Wzrost branży mikromobilności tworzy nowe miejsca pracy w sektorach produkcji, serwisu i zarządzania flotą, co ma implikacje dla lokalnych rynków pracy i budżetów. Ekonomiczne uzasadnienie mikromobilności wzmacniają pośrednie korzyści: redukcja kosztów opieki zdrowotnej z powodu lepszej jakości powietrza oraz wzrost wartości nieruchomości w mniej hałaśliwych dzielnicach, choć autorzy zastrzegają, że te korzyści są trudne do precyzyjnego oszacowania.

Usługi mikromobilności najczęściej oferowane są przez platformy taksówkarskie online takie jak Uber czy Bolt. Woźnica-Hanusik (2026) w rozprawie doktorskiej poświęconej właśnie platformom cyfrowym w miejskim transporcie pasażerskim analizuje ekonomiczne skutki cyfryzacji mobilności, w tym ów elektromobilności. Autorka wskazuje, że platformy cyfrowe umożliwiają skrócenie czasu podróży, a oszczędności czasowe można bezpośrednio przekształcić na korzyści finansowe (czas jako koszt). W badaniach dotyczących Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii zidentyfikowano, że platforma Bolt – oferująca zarówno przejazdy taxi, jak i wynajem hulajnóg elektrycznych – należy do najczęściej wskazywanych przez respondentów, co świadczy o ekonomicznej korzyści integracji usług w jednej aplikacji. Z perspektywy ekonomicznej kluczowy wniosek autorki brzmi: przejście od modelu posiadania samochodu do modelu dostępu do mobilności (*sharing*) przekształca koszty stałe (zakup, ubezpieczenie, przeglądy) w koszty zmienne (opłata za korzystanie), co może obniżać całkowity koszt mobilności dla użytkowników miejskich. Jeden pojazd współdzielony może zastąpić do 20 pojazdów prywatnych, co ogranicza presję

popytowa na parkingi i redukuje negatywne zewnętrzne koszty transportu. Autorka wskazuje też, że model *carsharingu* samochodów elektrycznych zmienia strukturę kosztów dla użytkowników w sposób korzystny, eliminując wydatki na serwis i ubezpieczenie.

Implikacje tych wyników są wielowymiarowe. Rozwój mikromobilności elektrycznej sugeruje, że część funkcji dotychczas realizowanych przez samochód może być taniej obsłużona przez małe pojazdy, co w polityce transportowej przemawia za przesuwaniem wsparcia z klasycznej elektromobilności na e-hulajnogę i e-rowery w gęstych miastach. Dla samorządów oznacza to możliwość ograniczania nakładów na infrastrukturę parkingową i redukcji kosztów zewnętrznych transportu, pod warunkiem świadomego kształtowania modeli finansowania i regulacji *sharingu*, aby nie utrzymywać jego wysokiego kosztu jednostkowego dla użytkownika. Z perspektywy gospodarstw domowych mikromobilność elektryczna otwiera drogę do obniżenia całkowitego budżetu transportowego bez konieczności rezygnacji z mobilności, co może wpływać na decyzje o posiadaniu samochodu i zmieniać strukturę popytu na pojazdy elektryczne „pełnowymiarowe”.

## Dyskusja i wnioski

Przeprowadzony przegląd literatury pozwala wskazać odpowiedzi na postawiony problem badawczy, choć mają one charakter interpretacyjny. Analizowane publikacje sugerują, że polska literatura naukowa nie ocenia opłacalności samochodów elektrycznych jako cechy uniwersalnej, lecz przedstawia ją jako zjawisko silnie zależne od uwarunkowań ekonomicznych, energetycznych, infrastrukturalnych i regulacyjnych. Odnosząc się do pytań szczegółowych, można stwierdzić, że w analizowanym zbiorze najczęściej identyfikowanymi barierami były wysokie koszty inwestycyjne, ograniczona dostępność infrastruktury ładowania oraz niska akceptacja społeczna wiązana z niepewnością technologiczną i ekonomiczną. Jednocześnie omawiane prace podkreślają, że rachunek kosztów i korzyści elektromobilności jest w Polsce w istotnym stopniu uwarunkowany strukturą krajowego miks energetycznego, dostępnością odnawialnych źródeł energii oraz stabilnością otoczenia regulacyjnego. Analizowane publikacje wskazują również, że mikromobilność elektryczna stanowi ważne uzupełnienie systemu transportowego, szczególnie w środowisku miejskim, jednak — według przywołanych autorów — nie może być traktowana jako pełnowartościowy substytut samochodu w każdym segmencie mobilności. Uzyskane wyniki pozwalają uporządkować aktualny stan wiedzy, a także wskazują możliwe konsekwencje dla polityki publicznej, przedsiębiorstw i użytkowników indywidualnych oraz obszary, które mogą wymagać dalszych badań.

Jedną z istotnych implikacji dla decydentów publicznych, wynikających z analizowanego zbioru publikacji, jest przesłanka do rezygnacji z jednolitego modelu wspierania elektromobilności. Wyniki analiz sugerują, że rozwiązania skuteczne w dużych aglomeracjach nie muszą przynosić podobnych efektów w mniejszych miastach ani na obszarach wiejskich. Programy wsparcia mogłyby zatem uwzględniać lokalne uwarunkowania infrastrukturalne, energetyczne i społeczne. W świetle przywołanych prac wskazane może być w szczególności położenie większego nacisku na rozwój infrastruktury ładowania poza największymi miastami, wspieranie lokalnych źródeł energii odnawialnej oraz zachęcanie do integracji elektromobilności z lokalnymi społecznościami energetycznymi — choć kwestie te wymagają odrębnej analizy lokalnych warunków.

Analizowana literatura sugeruje również, że dla administracji publicznej istotna może być kwestia stabilności regulacyjnej. Przywołane opracowania wskazują, że przedsiębiorcy oraz gospodarstwa domowe podejmują decyzje inwestycyjne w perspektywie wielu lat, dlatego niepewność dotycząca przyszłych zasad opodatkowania, systemów dopłat czy cen energii bywa barierą trudniejszą do przezwyciężenia niż same koszty zakupu. Z punktu widzenia polityki publicznej przewidywalność instrumentów wsparcia może mieć podobnie duże znaczenie jak wysokość samych subsydiów. Ocena tej relacji wykracza jednak poza możliwości niniejszego przeglądu.

Przedstawione wyniki mogą być również użyteczne dla przedsiębiorców. Z analizowanego zbioru wynika, że opłacalność elektryfikacji flot nie zależy wyłącznie od ceny zakupu pojazdu, lecz również od

całkowitego kosztu użytkowania, dostępności infrastruktury oraz zmian regulacyjnych zachodzących na poziomie Unii Europejskiej. Sugeruje to, że przed decyzjami inwestycyjnymi wartościowym narzędziem mogą być indywidualne analizy TCO uwzględniające charakter wykonywanych przewozów, przebiegi, sposób ładowania oraz przewidywane koszty energii.

Wnioski płynące z analizowanej literatury mogą stanowić przesłankę także dla indywidualnych użytkowników pojazdów. Wyniki przeglądu sugerują, że samochód elektryczny nie powinien być traktowany a priori jako rozwiązanie jednoznacznie bardziej lub mniej opłacalne od pojazdu spalinowego. W analizowanych pracach ostateczna opłacalność zależała od sposobu użytkowania pojazdu, możliwości ładowania w miejscu zamieszkania lub pracy, rocznych przebiegów oraz lokalnych cen energii. Może to oznaczać, że decyzja o zakupie będzie lepiej uzasadniona, jeśli zostanie poprzedzona analizą własnych potrzeb transportowych, a nie wyłącznie opiniami obecnymi w debacie publicznej. Dla części gospodarstw domowych racjonalne do rozważenia może być obecnie wykorzystanie mikromobilności elektrycznej lub pojazdów hybrydowych, natomiast dla innych zakup samochodu elektrycznego może już dziś przynosić wymierne korzyści ekonomiczne — przesłanki z literatury nie pozwalają jednak na rekomendację uniwersalnego rozwiązania.

Przegląd literatury ujawnia także kilka istotnych luk badawczych, choć dotyczą one przede wszystkim analizowanego zbioru. Zdecydowana większość omawianych publikacji analizuje wybrane elementy elektromobilności oddzielnie, koncentrując się na kosztach zakupu, infrastrukturze, energetyce lub aspektach społecznych. W analizowanym zbiorze nie zidentyfikowano kompleksowych modeli ilościowych uwzględniających jednocześnie koszty nabycia, eksploatacji, serwisowania, utraty wartości pojazdu, koszty energii, zmiany regulacyjne oraz wpływ miksu energetycznego na całkowity koszt użytkowania. Rozwój takich modeli mógłby umożliwić bardziej obiektywną ocenę opłacalności różnych technologii napędowych w polskich warunkach.

Przyszłe badania mogłyby również rozszerzyć perspektywę analizy. Szczególnie wartościowe wydają się badania porównujące opłacalność pojazdów elektrycznych w różnych regionach Polski, uwzględniające zróżnicowanie infrastruktury, cen energii oraz dostępności odnawialnych źródeł energii. Interesującym kierunkiem wydaje się także prowadzenie wieloletnich analiz rzeczywistych kosztów eksploatacji tych samych pojazdów zamiast opierania się wyłącznie na modelach prognostycznych. Rosnące znaczenie mogą natomiast zyskiwać badania dotyczące wpływu rozwoju technologii magazynowania energii, recyklingu baterii oraz nowych modeli współdzielenia pojazdów na ekonomikę elektromobilności.

Przeprowadzona analiza pozwala również sformułować bardziej ogólną obserwację. W polskiej debacie publicznej elektromobilność bywa skrajnie przedstawiana jako rozwiązanie całkowicie nieopłacalne albo jako technologia stanowiąca uniwersalne remedium na problemy transportu. Tymczasem analizowana literatura prezentuje znacznie bardziej złożony obraz: opłacalność pojazdów elektrycznych ma w niej charakter kontekstowy i zależy od wielu wzajemnie powiązanych czynników technicznych, ekonomicznych i regulacyjnych. Ustalenia te sugerują, że dalszy rozwój elektromobilności w Polsce będzie zależał nie tyle od rozwoju samych pojazdów, ile od zdolności do równoczesnego rozwoju infrastruktury, transformacji sektora energetycznego oraz tworzenia stabilnych i przewidywalnych warunków prowadzenia inwestycji — choć niniejszy przegląd, ograniczony do 15 analizowanych publikacji, nie pozwala przesądzać, który z tych czynników okaże się decydujący.

### **Deklaracja wykorzystania SI**

*W niniejszej pracy wykorzystano sztuczną inteligencję do streszczania analizowanych prac naukowych. Deklaruję, że ręcznie zweryfikowano każdy element wygenerowanej treści i biorę za nią pełną odpowiedzialność.*

## Bibliografia

- Aniszewska, M., Gendek, A., Kędziora, W., Moskalik, T., Nurek, T., Trzcianowska, M., Wójcik, R., & Zychowicz, W. (2025). Łańcuch dostaw w leśnictwie: Stan obecny i wyzwania. Wydawnictwo „Inżynieria Rolnicza”, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-64377-69-3
- Brach, J. (2026). Dostawy w godzinach pozaszczytowych, w tym nocnych: Analiza ekonomiczno-organizacyjno-wdrożeniowa. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, (208), 55–90. <https://doi.org/10.33119/SIP.2026.208.3>
- Grudniewski, T., & Ciekanowski, Z. (2024). Bezpieczeństwo energetyczne państwa w kontekście rozwoju zaawansowanych systemów fotowoltaicznych. *Akademia Bialska im. Jana Pawła II*. ISBN 978-83-68103-17-5. <https://hdl.handle.net/20.500.13044/2280>
- Janczewski, J., & Janczewska, D. (2025). The economics of micromobility: Analysis and development prospects / *Ekonomia mikromobilności: Analiza i perspektywy rozwoju*. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*, 1(40). <https://doi.org/10.25312/ziwgib.829>
- Jasiński, M., & Wręczycka, M. (2026). Transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu: Rola społeczności energetycznych w budowaniu odporności lokalnej. *Biuletyn PPTE2050*, 1(9), 9. (*Energetyka*, 1/2026)
- Jury, P., & Banaś, M. (red.). (2024). *Innowacje w odnawialnych źródłach energii [materiały z III konferencji, 9–10 maja 2024, Tychy]*. Akademia Śląska; Wydawnictwo Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach. ISBN 978-83-68422-01-6
- Krysiuk, C., & Menes, M. (2025). Perspektywy wykorzystania wodoru jako paliwa w transporcie samochodowym: Analiza technologiczna, środowiskowa i infrastrukturalna. *Transport Samochodowy*, 73(1), 16–33. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.6921>
- Maszkiewicz, A. (2025). Raportowanie zrównoważonego rozwoju. W M. Sieradzka (red.), *Greenwashing – wyzwania dla prawa konsumenckiego w kontekście ESG* (rozdz. VIII). Oficyna Wydawnicza Uczelni Łazarskiego. <https://doi.org/10.26399/978-83-60694-75-6>
- Milivolt. (2026, 13 maja). Ile kosztuje 100 km samochodem elektrycznym w 2026? Pobrano z <https://www.milivolt.pl/ile-kosztuje-100-km-samochodem-elektrycznym/>
- Pawlak, P. (2025). Potencjał wykorzystania alternatywnych napędów w transporcie samochodowym towarowym: Elektryfikacja, wykorzystanie wodoru i ekologicznych paliw gazowych. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*, 77(3), 105–117. <https://doi.org/10.33119/KNOP.2025.77.3.7>
- Popczyk, G. (2025). Źródło energii dla Polski i świata: Transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu. *Biuletyn PPTE2050*, 1(8), 252–258. (*Energetyka*, 4/2025)
- Socha, M. (2025). Monitor Japoński 5/2025. Ośrodek Spraw Azjatyckich, Uniwersytet Łódzki. <https://repozytorium.uni.lodz.pl/handle/11089/56183>
- Tokarski, D. (red.). (2025). *Zrównoważony transport w logistyce i handlu międzynarodowym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. <https://doi.org/10.18778/8331-833-2>
- Tokarski, D., & Fudali, J. (2026). Internacjonalizacja przedsiębiorstw transportowych: Strategie kształtowania przewagi konkurencyjnej na rynku usług TSL. *Wydawnictwo Rys*. <https://doi.org/10.48226/978-83-68668-64-3>
- Urbaś, M., & Topczewska, J. (2025). Opinie i perspektywy wykorzystania alternatywnych napędów samochodowych. *Polish Journal for Sustainable Development*, 29(2), 93–99. <https://doi.org/10.15584/pjsd.2025.29.2.10>

Błażej Kicior

Narracyjny przegląd najnowszej polskiej literatury na temat opłacalności elektromobilności  
Wydanie 1, Numer 1 (2026), Ekonomiczno-Ekonometryczne Roczniki Naukowe

Woźnica-Hanusik, A. (2026). Platformy cyfrowe w miejskim transporcie pasażerskim [rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach].