

Rozdział 3

Rynek e-mobilności transportu samochodowego Polski i Niemiec

Monika Wodnicka

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

Katedra Analizy Strategii Przedsiębiorstwa


e-mail: monika.wodnicka@uni.lodz.pl

 <https://orcid.org/0000-0002-9656-5713>

Michał Malinowski

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

absolwent kierunku Logistyka w gospodarce

 <https://orcid.org/0009-0006-1712-3332>

Wprowadzenie

Za jeden ze współczesnych światowych megatrendów uznaje się elektromobilność, czyli ekologiczny transport. Elektryfikacja sektora transportu jest bardzo istotnym elementem tworzenia systemu transportu zeroemisyjnego, a rozwój transportu zrównoważonego oraz ochrona środowiska naturalnego stanowią jeden z priorytetów polityki transportowej (Zawieska, 2019: 9). Zainteresowanie tym obszarem w wielu regionach świata wynika głównie z chęci uniezależnienia się od paliw ropopochodnych i ograniczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów, co implikuje poprawę jakości powietrza. Istotną rolę w kształtowaniu ekologicznego transportu pełnią paliwa alternatywne (Najjar, 2013; Sharma, Strezov, 2017; Hamurcu, Eren, 2020). Definiowane są jako źródła energii, które służą jako zastępcze dla pochodzących z surowej ropy naftowej paliw w branży transportowej i mogą redukować uzależnienie się od importowanej ropy naftowej, poprawić jakość powietrza (w szczególności w strefach zurbanizowanych) oraz dekarbonizacji w transporcie. W skład paliw alternatywnych wchodzi: energia elektryczna, wodór, sprężony gaz ziemny – CNG, skroplony gaz ziemny – LNG, gaz płynny – LPG, biopaliwo – jako paliwo uzyskiwane z biomasy, paliwo syntetyczne, paliwo parafinowe (GOV_1, dostęp: 15.03.2023).

Emitowane do środowiska szkodliwe pierwiastki chemiczne i ich związki, tj. dwutlenek węgla oraz tlenek azotu, będące skutkiem ubocznym korzystania z samochodów spalinowych, powodują zanieczyszczenie powietrza w szczególności w obszarach wysoce zurbanizowanych, w których występuje zjawisko kongestii (Higgins i in., 2019; Afrin, Yodo, 2020; Sydorów i in., 2023). Ciągła emisja spalin do otoczenia jest jednym z czynników istotnie wpływających na globalne zmiany klimatyczne. Przeciwdziałaniem wobec powyższego jest zwiększanie roli elektromobilności polegającej na stopniowym wycofywaniu pojazdów spalinowych oraz finalnym zastąpieniu ich odpowiednikami elektrycznymi. Dlatego też głównym założeniem jest zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza oraz wzrost efektywności energetycznej.

Rozwój elektromobilności ma ogromne znaczenie, nie tylko dla środowiska, ale także dla przemysłu, gospodarki i różnych branż, głównie motoryzacji. Zmiany w motoryzacji uzyskane dzięki przełomowym technologiom, do których zalicza się automatyzację czy elektryfikację ze źródeł odnawialnych, zmierzają w stronę innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań oraz ich implementacji w nowych modelach aut (Hemmati, Saboori, 2016; Mopidevi i in., 2022). Przedsiębiorstwa motoryzacyjne w swoich ofertach mają coraz większy wybór samochodów z napędem elektrycznym, które są zróżnicowane względem siebie. Wynika to przede wszystkim z zastosowanej technologii oraz przeznaczenia. Jako przykład takich modeli wymienia się m.in.: Teslę 3, Forda Mustanga Mach-E, Nissana Leafa czy Kię EV6. W tym miejscu należy również wspomnieć o produkcji samochodów elektrycznych przez producentów chińskich, która sukcesywnie rośnie, jednak modele te nie są znane w Europie, gdyż ich sprzedaż skoncentrowana jest na rynku krajowym.

Jedną z głównych determinant wdrożenia e-mobilności, obok wykreowania nowej kultury mobilności, są niewątpliwie inwestycje w infrastrukturę do ładowania pojazdów elektrycznych oraz rozwój inteligentnych sieci, których nadrzędnym celem powinno być efektywne świadczenie niezawodnych i ekonomicznych usług elektroenergetycznych. Chodzi o tzw. zmodernizowane systemy dystrybucji energii elektrycznej, które, po pierwsze, mają możliwości pomiaru i monitorowania działań oraz prognozowania zachowań użytkowników dzięki dwukierunkowej, inteligentnej komunikacji cyfrowej między dostawcą a konsumentem, po drugie – umożliwiają nieprzerwane wytwarzanie energii elektrycznej i świadczenie zrównoważonych usług w przystępnych cenach (istotne z punktu widzenia wzrastających cen energii).

Celem, jaki postawili sobie Autorzy niniejszego rozdziału, jest przedstawienie rynku e-mobilności w świetle danych statystycznych. Odniesiono się do istoty i uwarunkowań elektromobilności transportu drogowego. Wskazano główne regiony na rynku globalnym uznane za liderów *e-mobility* zarówno w sprzedaży, jak i posiadanej ilości infrastruktury ładowania samochodów z napędem elektrycznym. Podjęto również ocenę pozycji Polski w zakresie rozwoju elektromobilności. W tym celu przeprowadzono analizę porównawczą z jednym z krajów Unii

Europejskiej, uznawanym za lidera w elektryfikacji transportu – Niemcami. Do analizy wykorzystano dane zastane pochodzące z baz danych statystycznych, raportów oraz opracowań serwisów branżowych.

Istota i uwarunkowania elektromobilności transportu drogowego

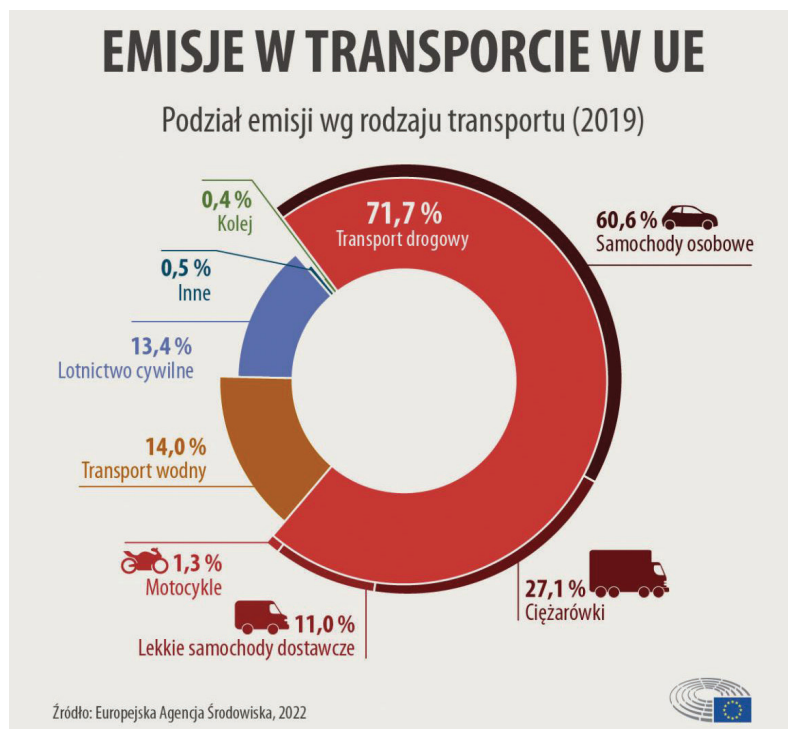
Słowo transport występuje w wielu formach, które można scharakteryzować według różnych atrybutów i potrzeb zarówno w zakresie infrastruktury, występujących środków transportu, czy przeznaczenia. W literaturze przedmiotu pojęcie transportu nie jest określane jednoznacznie. Na podstawie badań opartych na krytycznej analizie literatury przedmiotu transport definiować można np. jako – po pierwsze – proces technologiczny wszelkiego przenoszenia na odległość osób, przedmiotów lub energii, który jest celowy i powoduje zmianę miejsca w przestrzeni i czasie (Tarski, 1993: 11), po drugie – celowe przemieszczanie związane z wykorzystaniem środków transportu oraz infrastruktury i suprastruktury transportowej (Koźlak, 2008: 11), po trzecie – działalność wyodrębnioną z innych, co najmniej pod względem technicznym, organizacyjnym, ekonomicznym i prawnym (Bogdanowicz, 2011: 116).

Jedną z gałęzi transportu jest transport drogowy, który stanowi ważny element gospodarki i narzędzie jej rozwoju. Odgrywa istotną rolę w każdej gospodarce krajowej, jak i światowej oraz w życiu codziennym społeczeństw. Możliwości gospodarcze krajów i regionów są w coraz większym stopniu związane z mobilnością ludzi oraz towarów, a także z technologiami informacyjnymi i komunikacyjnymi. Występuje również wyraźny związek między ilością i jakością infrastruktury transportowej a poziomem rozwoju gospodarczego (Rodrigue, 2020: 93–127).

Warunkiem rozwoju transportu drogowego jest zarówno odpowiednia infrastruktura transportowa, jak i odpowiednie nasycenie środkami transportu służącymi do przewozu ładunków oraz osób. Na uwagę zasługuje rozwój motoryzacji indywidualnej, a także będący skutkiem tego regres transportu publicznego. Wzrasta dostępność środków transportu drogowego, zaś ich wykorzystanie jest nieodzownym elementem funkcjonowania we współczesnym społeczeństwie (Truskolaski, Bugowski, 2018: 268).

Sektor transportu staje się coraz bardziej powiązany z problemami środowiskowymi. Najważniejszy wpływ transportu na środowisko dotyczy zmian klimatycznych, jakości powietrza, hałasu, jakości wody oraz gleby, bioróżnorodności, czy też zmian krajobrazu w wyniku zajmowania gruntów (Rodrigue i in., 2006: 209–212). Jednym z największych emitentów, odpowiadającym za ponad połowę wszystkich emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem, jest sektor transportu drogowego (McCullum i in., 2018), ponieważ wiąże się z pokonywaniem dużych

odległości i jest zasilany głównie paliwami kopalnymi (Kumar, Mishra, 2018). Dla przykładu w Unii Europejskiej około ¼ całkowitej emisji CO₂ pochodzi z sektora transportowego, z czego 71,7% generuje transport drogowy, a największym źródłem emisji – stanowiącym aż 60,6% – są samochody osobowe (wykres 1) (Parlament Europejski, Europejska Agencja Środowiska, dostęp: 10.04.2023). Dlatego też uważa się, że elektryfikacja transportu drogowego jest niezbędna i ma do odegrania znaczącą rolę w ochronie środowiska.



Wykres 1. Podział emisji CO₂ według rodzaju transportu

Źródło: Parlament Europejski, Europejska Agencja Środowiska (dostęp: 10.04.2023).

Elektromobilność, czy też e-mobilność lub *e-mobility*, to zespół zagadnień dotyczących koncepcji pojazdów z napędem elektrycznym. Pojęcia te używane są zamiennie. Swoim znaczeniem obejmuje wszystkie aspekty związane z elektryfikacją pojazdów, począwszy od technologii ich wytworzenia, czyli procesu technologicznego i produkcyjnego, opracowania i budowy akumulatorów oraz infrastruktury do ich ładowania, na kwestiach społecznych i prawnych kończąc. A zatem elektromobilność to nie tylko produkt końcowy, jakim jest samochód elektryczny, ale również uregulowania prawne, pomoc rządów w formie dotacji na zakup takich aut, to także inwestycje związane z infrastrukturą niezbędną dla wdrożenia i funkcjonowania elektromobilności (stacje ładowania), w tym inwestycje w odnawialne źródła energii (np. fotowoltaika). Zagadnienia związane z szeroko pojętą

elektryfikacją pojazdów dotyczą zarówno samochodów, motocykli, autobusów, rowerów, jak i hulajnóg. Wszystko, co jest powiązane z elektryfikacją transportu drogowego, zarówno pośrednio, jak i bezpośrednio, można nazwać elektromobilnością, tym samym jest to bardzo szerokie pojęcie niemożliwe do wyjaśnienia i zdefiniowania jedynym zdaniem.

Aktualnie rozwój w tej dziedzinie dotyczy przede wszystkim samochodów osobowych, jednak pojawiają się również ekologiczne rozwiązania także dla autobusów, a nawet pojazdów ciężarowych. Odnosząc się do wykorzystywanych technologii w zakresie elektrycznych układów napędowych należy podkreślić, że dzielą pojazdy elektryczne typu *plug-in* (PEV) na w pełni elektryczne (BEV), hybrydy typu *plug-in* (PHEV)/(REEV) oraz pojazdy, które przekształcają wodór w energię elektryczną, czyli napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi (FCEV). Każdy z pojazdów ma swoje cechy charakterystyczne, których opis przedstawiono w tabeli 1.

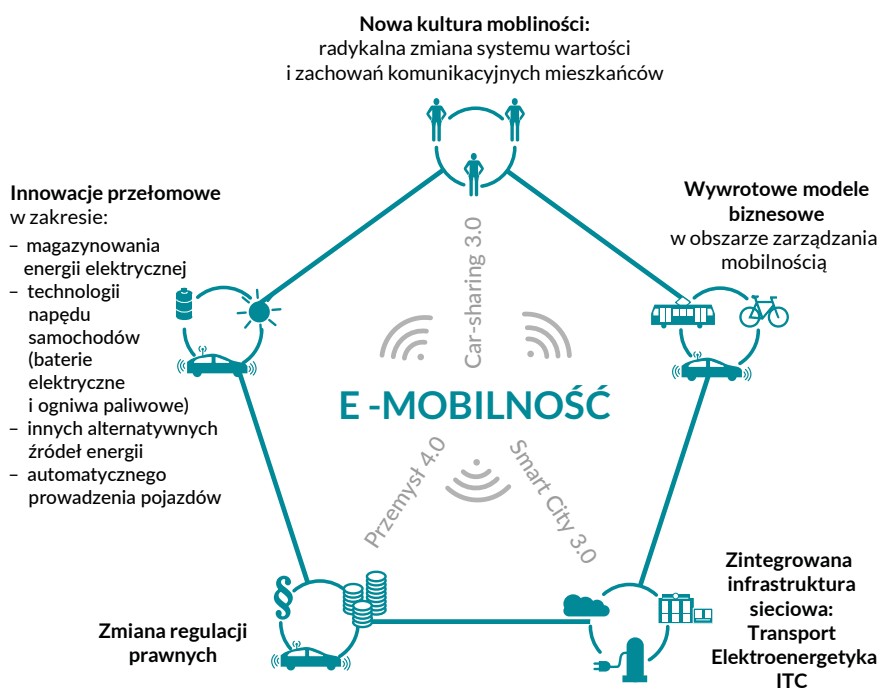
Tabela 1. Typy pojazdów w zakresie elektrycznych układów napędowych

Typ pojazdu	Cechy charakterystyczne
BEV (<i>battery electric vehicle</i>)	Jest w pełni elektryczny, a gromadzenie energii odbywa się w akumulatorach trakcyjnych, które są ładowane tzw. wtyczką z zewnętrznych źródeł prądu. Posiadają co najmniej jeden silnik elektryczny, który przenosi moc i moment obrotowy na oś napędową.
z napędem hybrydowym PHEV (<i>plug-in hybrid electric vehicle</i>)	Połączenie klasycznego silnika spalinowego z minimalnie jednym silnikiem elektrycznym. W odróżnieniu od klasycznych napędów hybrydowych oraz tzw. miękkich hybryd, tego typu pojazd może pokonać o wiele większy dystans, korzystając wyłącznie z energii elektrycznej. Koła mogą być napędzane zarówno przez energię elektryczną, jak i przez silnik spalinowy. Ładowanie akumulatorów trakcyjnych możliwe jest bezpośrednio z zewnętrznego źródła prądu, podobnie jak w przypadku pojazdu w pełni elektrycznego, a także za pomocą silnika spalinowego.
REEV (<i>range extended electric vehicle</i>)	Elektryczny o wydłużonym zasięgu. Konstrukcja napędu jest zbliżona do hybryd <i>plug-in</i> . W tym przypadku jedynie jednostka elektryczna napędza pojazd, silnik spalinowy pełni rolę generatora prądu zasilającego akumulatory.
FCEV (<i>fuell cell electric vehicle</i>)	Jest to również rodzaj napędu elektrycznego. W opisywanym przypadku wykorzystywane są ogniwa paliwowe, które w związku z reakcją wodoru oraz tlenu generują prąd elektryczny, który umożliwia przemieszczanie dzięki zasileniu jednostki elektrycznej. Produktem ubocznym wybranego rozwiązania jest zgromadzona woda.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: PSPA, 2020: 26–27; IEA, 2017.

Elektromobilność ma istotne znaczenie w dyskusji publicznej dotyczącej przyszłości rozwoju systemów społeczno-gospodarczych. Dlatego wymaga ona nie tylko przełomowych innowacji technologicznych i głębokiej konwergencji trzech sektorów infrastrukturalnych (transportowego, energetycznego i teleinformatycznego), ale również uwzględnienia szerszych zmian zachodzących w otoczeniu

prawnym i społecznym (Gajewski i in., 2019: 6). Po pierwsze, związane jest to z jej koncepcją, która obejmuje rozwój technologii w zakresie magazynowania energii i upowszechnienie na szeroką skalę pojazdów z napędem elektrycznym, po drugie, zgodnie z wieloma dokumentami programowymi o charakterze politycznym i strategicznym na różnych szczeblach zarządzania, w tym globalnym, wspólnotowym UE, a także lokalnym, tworzone ekosystemy e-mobilności mają pomagać globalnym procesom redukcji emisji zanieczyszczeń i dekarbonizacji gospodarki. Aby koncepcja e-mobilności odniosła wyznaczone i zamierzone cele, ważne jest spełnienie określonych warunków. Warunki te zostały przedstawione jako „Złoty pięciokąt” i odnoszą się do: kultury mobilności, modeli biznesowych w obszarze zarządzania mobilnością, zintegrowanej infrastruktury sieciowej, innowacji przełomowych związanych z magazynowaniem energii, źródłami energii czy rozwiązaniami technologicznymi (rysunek 1).



Rysunek 1. Złoty pięciokąt upowszechniania elektromobilności

Źródło: Pieriegun, 2017: 17.

Elektromobilność ma kluczowe znaczenie dla przyszłości rozwoju systemów gospodarczych – zarówno w skali globalnej i europejskiej, jak i krajowej. Dlatego wymaga nie tylko przełomowych innowacji technologicznych i głębokiej konwergencji trzech sektorów infrastrukturalnych (transportowego, energetycznego i teleinformatycznego), ale również uwzględnienia szerszych zmian zachodzących w otoczeniu prawnym i społecznym.

Implementacja elektromobilności i jej innowacyjnych rozwiązań w zakresie transportu drogowego jest nieodzowna i potrzebna z punktu widzenia ograniczenia negatywnego wpływu człowieka na środowisko naturalne. Rosnąca świadomość społeczeństwa na temat zmian klimatycznych i potrzeba ograniczenia/wyeliminowania negatywnych działań jest jednym z elementów pozytywnego postrzegania elektromobilności. Jednakże opinie o elektryfikacji transportu są zróżnicowane. Wynika to z prowadzonej dyskusji na temat wad i zalet pojazdów napędzanych elektrycznie. Paliwa transportowe oparte na odnawialnych źródłach energii mogą nie być konkurencyjne w stosunku do paliw ropopochodnych, chyba że nastąpią znaczne zmiany cen oraz istotne ulepszenia technologiczne (Rodrigue, 2020: 128–155). Tabela 2 prezentuje zarówno zalety, jak i wady stanowiące przykłady determinant w rozwoju elektromobilności.

Tabela 2. Wady i zalety elektromobilności

Wady	Zalety
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wysoki koszt zakupu pojazdu elektrycznego. 2. Dostępność stacji ładowania/tankowania pojazdów napędzanych: <ol style="list-style-type: none"> a) energią elektryczną, b) wodorem, c) gazem CNG oraz LNG. 3. Długi czas trwania ładowania. 4. Niski zasięg przejazdu na jednym ładowaniu. 5. Problem w produkcji oraz utylizacji zużytych akumulatorów. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak emisji szkodliwych substancji powstających w wyniku spalania do atmosfery. 2. Duża popularność pojazdów elektrycznych. 3. Niski koszt przemieszczania pojazdem elektrycznym. 4. Wysoka trwałość silników elektrycznych względem spalinowych. 5. Niski poziom hałasu. 6. Brak ograniczeń wjazdów do stref czystego transportu.

Źródło: opracowanie własne.

Niewątpliwie wśród determinant decydujących o rozwoju elektromobilności jest polityka regionalna oraz krajowa i tworzone programy o charakterze polityczno-strategicznym w przedmiotowej sprawie. Dotacje oferowane przez krajowe rządy mają zachęcać do zakupu pojazdów elektrycznych (tabela 3).

Tabela 3. Przykłady programów wsparcia sprzedaży pojazdów elektrycznych w wybranych krajach

Kraj	Dotacje
Chiny	Do końca 2022 r.: dotacja 9 tys. Rmb (1400 USD) na EV z przebiegiem 300–400 km, dotacja 13 tys. Rmb (2000 USD) na EV z przebiegiem >400 km, 5 tys. Rmb (800 USD) dotacja dla PHEV. Dotyczy tylko modeli NEV o sugerowanej cenie detalicznej niższej niż 300 tys. Rmb lub NEV korzystających z technologii wymiany baterii.
USA	Ulga podatkowa: obecnie oferowana konsumentom w wysokości do 7500 USD na EV (ten program zaczyna się wycofywać, gdy producent OEM sprzeda 200 000 pojazdów elektrycznych w USA).

Tabela 3 (cd.)

Kraj	Dotacje
USA	Ramy Build Back Better (jeszcze nieregulowane) początkowo obejmowały zniesienie limitu OEM wynoszącego 200 000 jednostek i ustanowienie podstawowego kredytu w wysokości 7500 USD na nowy BEV (zakładając, że akumulator miał 40 kWh lub więcej) z dodatkowym kredytem w wysokości 4500 USD na pojazdy z końcowym montażem w zakładzie związkowym w USA oraz dodatkowymi 500 USD na pojazdy elektryczne z ogniwami akumulatorowymi wyprodukowanymi w USA (całkowity kredyt w wysokości 12 500 USD w najwyższej klasie). Sugeruje również, że pojazdy elektryczne musiałyby być montowane w USA, aby kwalifikować się do jakiegokolwiek kredytu od 2027 r.
Niemcy	2019: 4 tys. euro dla BEV, FCV; 3 tys. euro za PHEV i EREV. 2020–2025: jeśli sugerowana cena detaliczna jest mniejsza niż 40 tys. euro, 9 tys. euro dla BEV, 6,75 tys. euro dla PEHV; jeśli sugerowana cena detaliczna wynosi 40–65 tys. euro, 8 tys. euro dla BEV i 5,625 tys. euro dla PHEV.
Francja	Maksymalna dotacja 6 tys. euro dla pojazdów emitujących <20 g CO ₂ /km i cena 45 tys. euro lub mniej. Maksymalna dotacja 3 tys. euro dla pojazdów kosztujących 45–60 tys. euro. Maksymalna dotacja 2 tys. euro dla pojazdów emitujących >21 i <50 g CO ₂ /km i cena 50 tys. euro lub mniej. Jeżeli samochód z silnikiem spalinowym złomowany równoległe z zakupem pojazdu emitującego <50 g CO ₂ /km & cena = <60 tys. euro, max dofinansowanie w wysokości 5 tys. euro uzależnione od dochodu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Goldman, Sachs, 2022: 8.

Analizując politykę środowiskową Unii Europejskiej, należy podkreślić jej znaczenie w zakresie promowania elektromobilności. Dużą rolę w rozwoju elektromobilności pełnią unijne dyrektywy regulujące emisję gazów cieplarnianych do otoczenia – normy emisji spalin (Komisja Europejska, dostęp: 15.03.2023). Kolejnym dokumentem unijnym jest „Fit for 55” z lipca 2021 r.: „osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej”, w którym postawiony cel zakłada zmniejszenie emisyjności w krajach członkowskich Unii Europejskiej o 55%. Kluczowymi kwestiami zawartymi w tym dokumencie są m.in.: brak możliwości rejestracji pojazdów spalinowych od 2035 r.; zapewnienie ze strony krajów członkowskich o możliwości stworzenia dostępu dla nowo rejestrowanych pojazdów z napędem EV minimum 1 kW mocy z publicznych punktów ładowania (w przypadku pojazdów hybrydowych typu PHEV co najmniej 0,66 kW); dążenie do wzrostu rozwoju infrastruktury tankowania pojazdów typu FCEV wodorem (punkty wskazanego rodzaju ładowania powinny być dostępne w odległości minimalnej 150 km w ramach sieci TEN-T, a w przypadku płynnego wodoru minimalna odległość wynosi około 450 km) (Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, dostęp: 15.03.2023); propagowanie elektromobilności przez UE ma odzwierciedlenie w działaniach poszczególnych państw członkowskich. Dla przykładu Polska, wpisując się w politykę niskoemisyjnego transportu, podjęła działania zarówno na poziomie prawnym, regulując elektromobilność Ustawą z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach

alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 1394) oraz na poziomie wsparcia finansowego inwestycji związanych z elektromobilnością (umożliwiający nabycie pojazdu elektrycznego z pomocą rządowego dofinansowania) w ramach programów Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (tabela 4).

Tabela 4. Programy wspierające e-mobility – przykład Polski

Program	Charakterystyka
Mój elektryk	Zadaniem programu jest redukcja emisji spalin dzięki dofinansowaniu zakupów lub leasingów samochodów bezemisyjnych (elektryczne lub zasilane wodorem). Budżet programu został określony do kwoty 500 000 000 zł, z czego maksymalny koszt zakupu pojazdu elektrycznego to 225 000 zł. Przekroczenie wskazanej kwoty oznacza brak możliwości uzyskania dofinansowania. Wdrażanie zaplanowane zostało na lata 2021–2026, z czego dzień 31.12.2025 r. jest ostatnim dniem zawarcia umowy finansowania, a 30.06.2026 r. to finalny dzień wypłacania przyznanych środków.
Zielony transport publiczny	Przeznaczony dla organizatorów publicznego transportu zbiorowego. Polega na dofinansowaniu zadań, których głównym celem jest znaczne obniżenie wskaźnika wykorzystania spalinowej floty pojazdów komunikacji publicznej. Dofinansowanie uwzględnia: zakup lub leasing autobusów elektrycznych (typu BEV oraz FCEV, trolejbusów) oraz budowę lub modernizację infrastruktury niezbędnej do prawidłowego działania transportu. Według założeń projektu transport publiczny wzbogaci się o ok. 760 pojazdów bezemisyjnych, co w skali rocznej umożliwi redukcję emisji dwutlenku węgla o ok. 18 416 mg, natomiast tlenków azotu o ok. 13,611 mg. Całkowity budżet programu określono na 1 200 000 zł. Wsparcie finansowe wynosi od 20% do 80% kosztów kwalifikowanych w kwestii nabycia pojazdów oraz do 25% w przypadku infrastruktury.
Wsparcie infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury tankowania wodoru	Wspieranie elektromobilności poprzez budowę publicznych punktów ładowania pojazdów elektrycznych i tankowania wodoru. W zależności od rodzaju ładowarek minimalna moc urządzeń wynosi 50 kW (ogólnodostępne) oraz 22 kW (inne niż ogólnodostępne, np. Wallbox). Budżet projektu został uchwalony do 870 000 000 zł. Okres wdrażania, zawierania umów oraz wydatkowania środków określono następująco: lata 2021–2028, do 31.12.2025 r., do 15.12.2028 r.

Źródło: GOV_2 (dostęp: 15.03.2023).

Popularyzowanie elektromobilności odbywa się nie tylko dzięki programom proekologicznych dotacji. Właściciele pojazdów elektrycznych korzystają z wielu innych udogodnień, tj. możliwości jazdy buspasem (istotne z perspektywy istniejących w miastach kongestii), dedykowanych miejsc parkingowych czy możliwości wjazdu do strefy ograniczonego ruchu, głównie w centrach miast.

Elektromobilność w dziedzinie motoryzacji odbierana jest jako jedyny słuszny kierunek w kontekście ochrony środowiska i uniezależnienia się od paliw kopalnych. Popularność pojazdów elektrycznych rośnie, po pierwsze, z uwagi na wsparcie rządów w ramach dotacji, po drugie – ze względu na inwestycje w rozbudowę infrastruktury ładowania i jej technologiczną poprawę, co przekłada się na większą

liczbę punktów ładowania oraz skrócenie czasu operacji ładowania akumulatorów, po trzecie – dzięki niższym kosztom pojazdów, niższym kosztom produkcji akumulatorów, po czwarte – ze względu na poprawę parametrów akumulatorów, tj. wytrzymałość i zasięg pracy, co jest ważne z perspektywy użytkownika, po piąte – z powodu coraz większej wrażliwości środowiskowej społeczeństwa.

Elektryfikacja transportu drogowego – ujęcie statystyczne

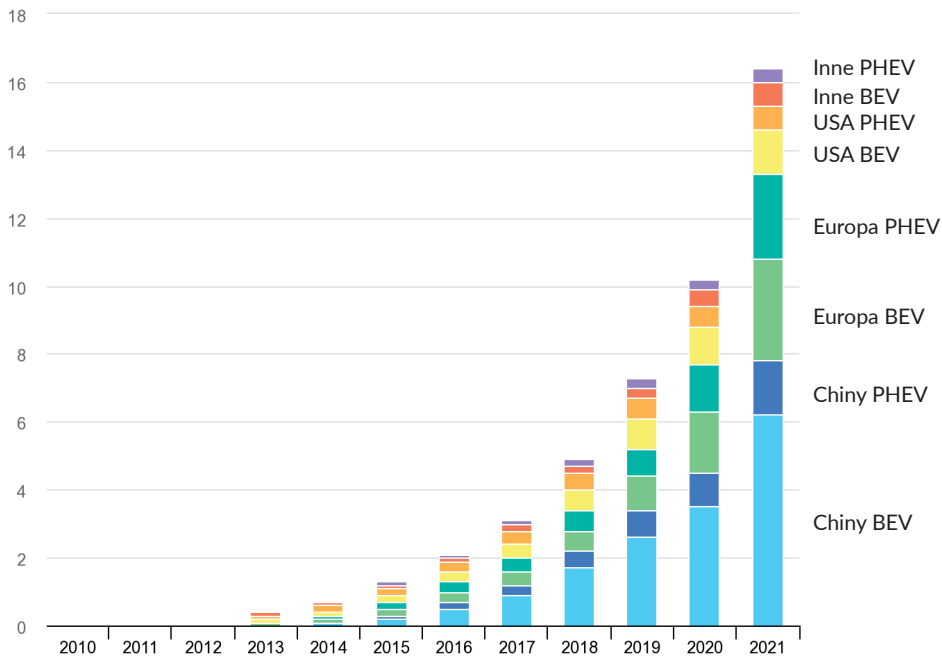
Analizując rynek globalny w kontekście rozwoju elektromobilności, można stwierdzić, że elektryczna ofensywa w dziedzinie motoryzacji stopniowo nabiera tempa, wzięwszy pod uwagę istotne wydarzenia z historii elektromobilności (tabela 5).

Tabela 5. Istotne wydarzenia związane z elektromobilnością

Rok	Wydarzenie
1800	Zostało skonstruowane pierwsze na świecie ogniwo galwaniczne przewodzące prąd stały.
1834	Pierwszy komutatorowy silnik elektryczny.
1859	Powstanie akumulatora kwasowo-ołowiowego, które umożliwiło powtórne ładowanie.
1884	Pierwszy samochód elektryczny zasilany akumulatorami kwasowo-ołowiowymi.
1898	Stworzenie systemów rekuperacji energii elektrycznej podczas hamowania.
1947	W wyniku niskiej podaży ropy naftowej na rynek japoński trafił pojazd elektryczny Tama E4S-47, legitymujący się zasięgiem ponad 90 km oraz maksymalną prędkością 35 km/h.
1990	Stan Kalifornia wprowadza Zero Emission Vehicle Mandate obligujący do minimalnego udziału samochodów z napędem elektrycznym na rynku równym 2%.
1997	Pierwsza generacja Toyoty Prius – samochodu wyłącznie z napędem hybrydowym.
2003	Powstanie Tesli – globalnego producenta samochodów elektrycznych.
2010	Pierwsza generacja Nissana LEAF-a, jednego z najpopularniejszych samochodów elektrycznych na świecie.
2012	Powołanie Formuły E – wyścigów samochodowych, w których biorą udział wyłącznie samochody lub bolidy elektryczne jednomiejscowe.
2016	Ponad 2 miliony pojazdów elektrycznych kursujących po światowych drogach.
2017	Roczna sprzedaż pojazdów zasilanych energią elektryczną przekracza milion egzemplarzy.
2019	Zaprezentowany model Volkswagena – ID.3 według danych katalogowych może na jednym ładowaniu przejechać do ok. 550 km.
2020	Roczna sprzedaż pojazdów elektrycznych w Europie przekroczyła 1 milion.
2021	Tesla Model3 to pierwszy samochód elektryczny, który przekroczył milion sztuk w globalnej sprzedaży.
2022	10 milionów samochodów typu <i>plug-in</i> na drogach w Chinach.

Źródło: opracowane własne na podstawie: PSPA, 2020: 14–17; Routley (dostęp: 20.03.2023); Shahan (dostęp: 20.03.2023); Schmidt (dostęp: 20.03.2023).

Główne regiony, w których pojazdy elektryczne są bardziej dostępne w porównaniu z innymi częściami świata, to: Chiny, Europa i Stany Zjednoczone. Chiny zajmują pozycję lidera na całym rynku e-mobilności w regionie i na świecie. W roku 2021 posiadały 7,8 mln samochodów elektrycznych i wygenerowały 93,2 mld USD przychodów, co stanowiło 33% całego rynku. Rynek europejski e-mobilności posiadał 5,5 mln samochodów i był wyceniony na 80 mld dolarów, z 28,5% udziałem w rynku. Natomiast w Stanach Zjednoczonych liczba samochodów wynosiła przeszło 2 mln (IEA_1, dostęp: 5.05.2023).



BEV, PHEV – typy pojazdów elektrycznych

Inne: Australia, Brazylia, Kanada, Chile, Indie, Japonia, Korea, Malezja, Meksyk, Nowa Zelandia, Republika Płd. Afryki, Tajlandia.

Europa obejmuje UE-27, Norwegię, Islandię, Szwajcarię i Wielką Brytanię.

Wykres 2. Globalne zasoby samochodów elektrycznych w latach 2010-2021

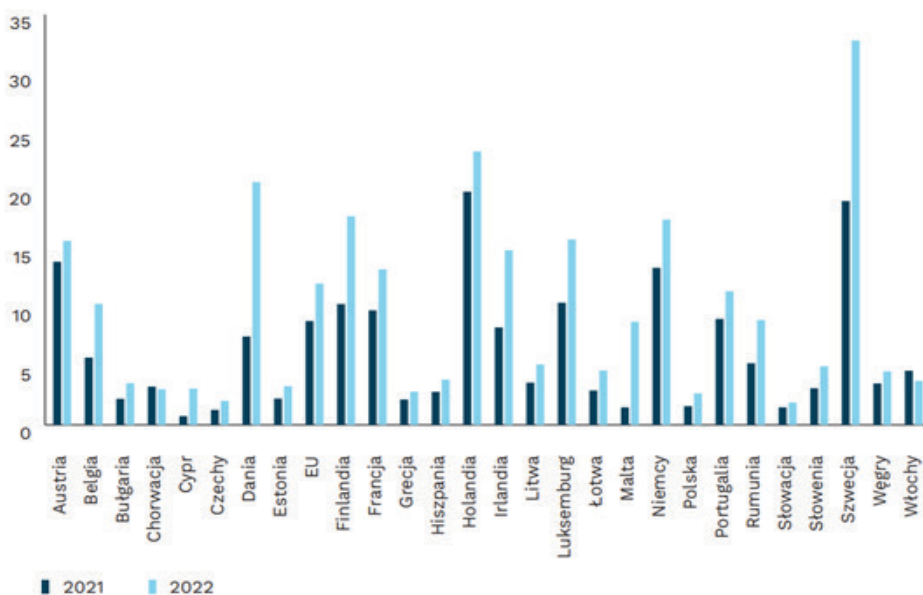
Źródło: IEA_1 (dostęp: 5.05.2023); IEA_2 (dostęp: 5.05.2023).

Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) pod koniec 2021 r. na światowych drogach jeździło ok. 16,5 mln pojazdów elektrycznych. Stanowiły one 1,4% wszystkich samochodów poruszających się po drogach na całym świecie. Podobnie jak w poprzednich latach, największy wzrost sprzedaży przypadł na pojazdy typu BEV (wykres 2).

Sprzedaż pojazdów w 2021 r., w stosunku do roku 2020, podwoiła się, osiągając 6,6 mln sztuk, z czego 2,3 mln zakupiono w Europie. Dało to 65% wzrost rok do roku sprzedanych samochodów na rynku europejskim. W tym miejscu należy

podkreślić, że Europa dysponuje drugim co do wielkości taborem lekkich samochodów dostawczych z napędem elektrycznym (220 tys.), pierwsze są Chiny (dla przykładu w roku 2020 sprzedano w Europie 38 999 nowych aut, a w 2021 było to już 69 416) (ACEA_1, dostęp: 5.05.2023).

W 2022 r. liczba zarejestrowanych samochodów osobowych BEV w państwach Unii Europejskiej wyniosła około 3,2 miliona. Był to wzrost o 1,1 mln sztuk w stosunku do roku 2021. Udział w całym rynku osiągnął poziom 12,1%. Dla porównania w 2021 r. było to 9,1%, a w 2019 r. wynosił on zaledwie 1,9%. Należy podkreślić, że w pierwszym kwartale 2022 r. sprzedano aż 2 miliony PEV, czyli o 75% więcej niż w analogicznym okresie w 2021 r. (IEA_3, dostęp: 5.05.2023). Analizując okres 2021–2022 pod kątem tempa wzrostu rejestracji pojazdów elektrycznych w Europie, było ono szczególnie duże w Polsce, Bułgarii, Litwie i Węgrzech. Natomiast największą liczbę nowych rejestracji odnotowały Niemcy – 1 mln samochodów. Sprzedaż zwiększyła się we wszystkich krajach Unii Europejskiej, poza Włochami, gdzie odnotowano spadek o 26,9%. Jak podaje Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów (ACEA), należy oczekiwać dalszego wzrostu sprzedaży nowych samochodów w Europie. Szacuje się, że w 2023 r. wzrost wyniesie 5% (ACEA_2, dostęp: 5.05.2023; Strefa inwestorów, dostęp: 5.05.2023).

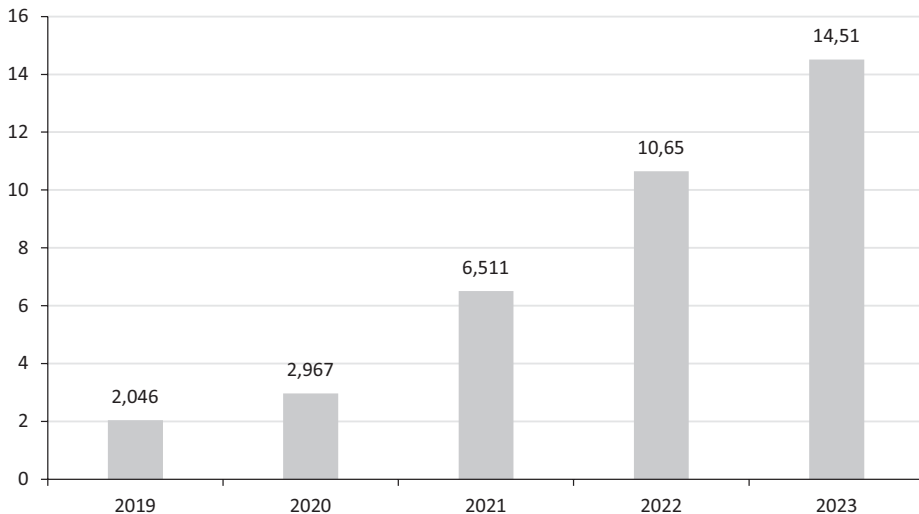


Wykres 3. Odsetek nowo zarejestrowanych samochodów osobowych BEV w ogóle nowo rejestrowanych samochodów osobowych

Źródło: Strefa Inwestorów (dostęp: 5.05.2023).

W 2022 r. po drogach świata jeździło ponad 26 mln samochodów elektrycznych (było to 5 razy więcej niż w 2018 r.). Jak pokazują dane z badań wykonanych przez TrendForce, globalna sprzedaż pojazdów elektrycznych w 2022 r. wzrosła o 63,6% r/r.

i wyniosła 10,65 mln sztuk (wykres 4). Pojazdów BEV (z napędem akumulatorowym) było sprzedanych 7,89 mln sztuk, a hybrydowych pojazdów elektrycznych typu *plug-in* (PHEV) – 2,74 mln sztuk. W pierwszym przypadku tempo wzrostu r/r wyniosło 68,7%, w drugim natomiast 50,8% (TrendForce, dostęp: 5.05.2023).



Wykres 4. Globalna sprzedaż samochodów elektrycznych (w tys. sztuk)

Źródło: TrendForce (dostęp: 5.05.2023).

Chiny, Europa i USA to największe rynki dla pojazdów elektrycznych. Razem odpowiadają za około 95% całej sprzedaży w 2022 r. Chiny i Europa Zachodnia pozostały dwoma największymi regionalnymi rynkami pod względem sprzedaży pojazdów w 2022 r., jednak różnica między nimi pod względem udziału procentowego w rocznej globalnej sprzedaży pogłębiła się. Udział Chin w światowym rynku osiągnął 63%, udział Europy Zachodniej sięgnął 29%. Na uwagę zasługuje również wzrost zainteresowania samochodami elektrycznymi w takich miejscach jak Indie, Tajlandia i Indonezja. Sprzedaż pojazdów elektrycznych w tych krajach w 2022 r. wzrosła ponad trzykrotnie w porównaniu z 2021 r., osiągając prawie 80 000 sztuk.

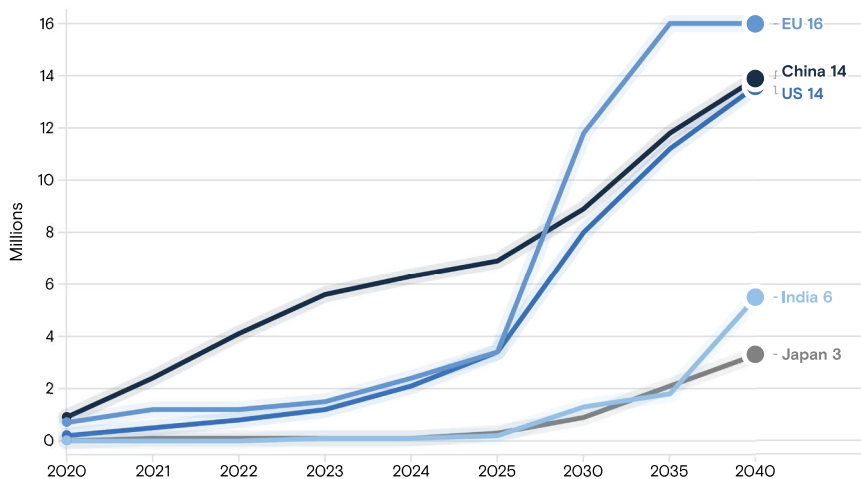
Prognozuje się, że do końca 2023 r. w eksploatacji na świecie będzie 40 milionów pojazdów elektrycznych, z czego 73% to BEV, a 27% PHEV. W pierwszym kwartale 2023 r. sprzedano o 25% więcej samochodów, niż w analogicznym okresie roku poprzedniego, natomiast w całym 2023 r. spodziewana sprzedaż ma osiągnąć przeszło 14 mln pojazdów elektrycznych, co oznacza wzrost o ponad 36% w stosunku do 2022 r. (wykres 4), przy czym pojazdy typu BEV osiągną 11 mln sztuk, a pojazdy PHEV 3,3 mln sztuk.

Według analityków Goldman Sachs elektromobilność zdominuje motoryzację. Zgodnie z ich założeniami do 2035 r. ponad połowa sprzedanych samochodów na świecie będzie elektryczna. Liderami pozostaną nadal Chiny, Europa i Stany

Zjednoczone (wykres 5). Kluczowym okresem dla transformacji branży będzie obecna dekada. Przyjmuje się, że sprzedaż pojazdów elektrycznych powinna w latach 20. XXI w. rosnąć o 32% rocznie (IHS Global Insight, Goldman Sachs Global Investment Research, 2022–2040 are forecasts).

EU is forecast to lead sales of electric vehicles

Electric vehicle sales



Source: IHS Global Insight, Goldman Sachs Research • 2022–2040 are forecasts

Wykres 5. Sprzedaż samochodów elektrycznych w latach 2020–2040

Źródło: IHS Global Insight, Goldman Sachs Global Investment Research, 2022–2040 are forecasts

Globalny rynek stacji ładowania pojazdów elektrycznych transportu drogowego osiągnie wartość 23,4 mld USD do 2028 r. (Statzon, dostęp: 5.05.2023). W 2021 r. publicznie dostępne ładowarki na całym świecie osiągnęły poziom 1,8 mln punktów ładowania (IEA_4, dostęp: 5.05.2023). Pod koniec 2022 r. na całym świecie istniało już 2,7 mln publicznych punktów ładowania, z czego ponad 900 tys. zainstalowano w 2022 r., co stanowi około 55% wzrost w porównaniu z rokiem 2021 (IEA_5, dostęp: 5.05.2023). W całym wolumenie punktów ładowania w 2021 r. jedną trzecią stanowiły tzw. szybkie ładowarki. Ich liczba wzrosła o 330 tys. w roku 2022. W liczbie stacji szybkiego ładowania prądem stałym bezdyskusyjnie przodują Chiny, gdzie łącznie znajduje się 760 tys. szybkich ładowarek. W roku 2022 wzrost w tym segmencie w Chinach wyniósł aż 90%, co daje w sztukach 297 tys. W tym samym roku w Europie całkowita liczba szybkich ładowarek przekroczyła 70 tys., a kraje o największej liczbie to Niemcy – ponad 12 tys., Francja – 9,7 tys., Norwegia – 9 tys. (IEA_5, dostęp: 5.05.2023). Całkowita liczba szybkich ładowarek w Stanach Zjednoczonych na koniec 2022 r. osiągnęła próg 28 tys. (w 2022 r. zainstalowano 6,3 tys., z czego trzy czwarte stanowiły ładowarki Tesla Supercharger) (IEA_5, dostęp: 5.05.2023).

Pozycja Polski na tle Niemiec, lidera elektromobilności w UE

Rada Europejska i Parlament Europejski pod koniec 2022 r. doszły do wstępnego porozumienia dotyczącego wyeliminowania silnika spalinowego w UE. Zgodnie z ustaleniami do 2030 r. emisja samochodów osobowych ma zostać ograniczona o 55%, a dostawczych o 50% względem emisji z 2021 r. Od 2035 r. wszystkie nowe pojazdy będą musiały być zeroemisyjne. Kierunek legislacyjny obrany przez Unię Europejską obejmuje wszystkie kraje Wspólnoty i wpisuje się w plany większości rozwiniętych gospodarek, w tym Polski.

Rynek elektromobilności w Polsce, pomimo iż w ostatnich latach odnotował znaczący wzrost liczby zarejestrowanych samochodów elektrycznych (w 2022 r. wyniósł 130%, umieszczając nas wśród krajów UE o najwyższej dynamice wzrostu), wciąż pozostaje na końcu rankingu UE pod względem udziału elektryków w ogólnej liczbie zarejestrowanych samochodów. Podjęta poniżej analiza danych dotyczących Polski w zakresie rozwoju elektromobilności przeprowadzona została w porównaniu z danymi dotyczącymi rynku *e-mobility* w Niemczech¹.

Analizie poddano rynek elektromobilności w Polsce i Niemczech w latach 2012–2022. Skoncentrowano się na porównaniu liczby samochodów elektrycznych, wodorowych oraz hybrydowych typu *plug-in* (tabela 6) oraz liczby punktów ładowania (wykres 8 i 9).

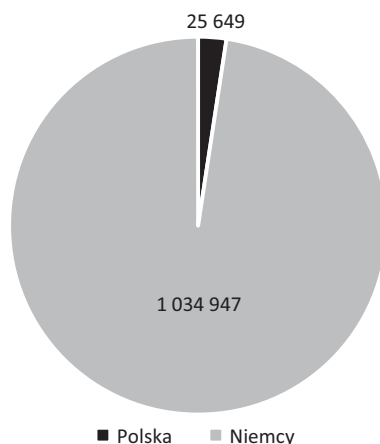
Tabela 6. Samochody BEV, PHEV oraz FCEV w Niemczech i Polsce w transporcie indywidualnym

Rok	Niemcy	Polska	Niemcy	Polska	Niemcy	Polska
	BEV		FCEV		PHEV	
2012	7 114	54	–	–	1 332	12
2013	12 156	81	7	–	2 932	22
2014	18 498	153	10	–	6 956	104
2015	25 502	219	96	–	17 439	270
2016	34 022	348	145	–	32 049	425
2017	53 861	896	227	–	44 419	816
2018	83 175	1 487	338	–	66 697	1 592
2019	133 886	2 902	539	–	111 509	2 381
2020	308 139	6 556	738	–	287 037	5 919
2021	658 972	13 614	1 236	74	609 849	15 634
2022	1 034 947	25 649	2 138	115	932 152	26 415

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EAFO (dostęp: 30.04.2023).

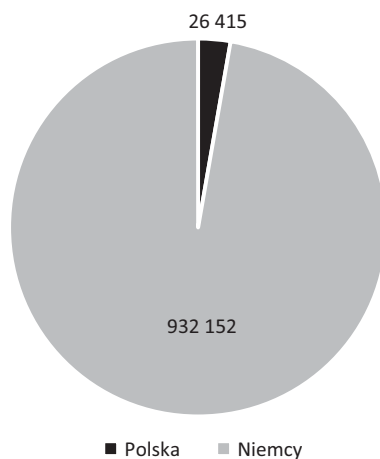
1 Wśród czynników, które zdecydowały o rozwoju e-mobilności w Niemczech wymienia się: poziom dochodów mieszkańców, politykę rządową w zakresie alternatywnych źródeł energii, rozwój przemysłu motoryzacyjnego oraz klastrów związanych z elektromobilnością, wysokie nakłady ponoszone na badania i rozwój, utworzone ramy prawne oraz system zachęt wspierających rozwój każdego z elementów systemu elektromobilności.

Według prezentowanych danych przewaga Niemiec wobec Polski w posiadaniu pojazdów elektrycznych jest znacząca. W przypadku samochodów zasilanych energią elektryczną – BEV – liczba samochodów posiadanych przez Polskę w roku 2022 była na poziomie 25 649 sztuk, w Niemczech to 1 034 947 sztuk. Udział Polski to zaledwie 2,42%. Podobna sytuacja jest w przypadku samochodów typu PHEV, gdzie udział Polski jest na poziomie 2,75%.



Wykres 6. Liczba samochodów BEV w Polsce i w Niemczech w 2022 r.

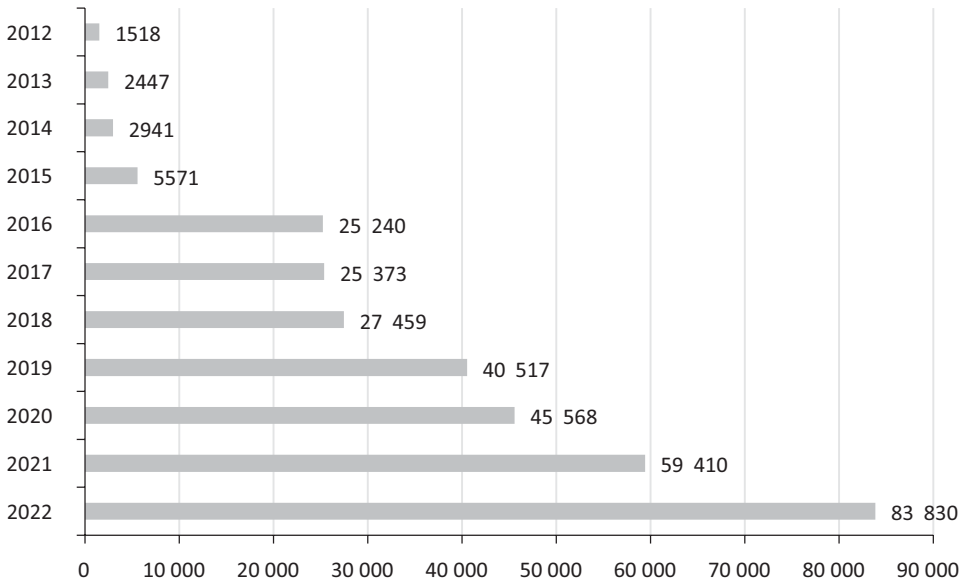
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 7. Liczba samochodów PHEV w Polsce i w Niemczech w 2022 r.

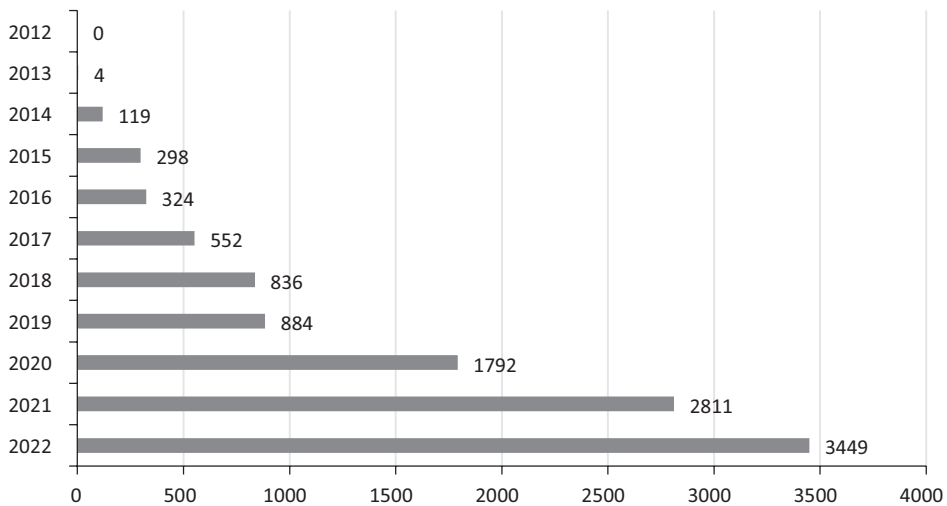
Źródło: opracowanie własne.

Analizując infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce i Niemczech z punktu widzenia liczby ogólnodostępnych punktów ładowania, należy podkreślić dużą różnicę między krajami. W roku 2022 w Niemczech było o 80 381 więcej punktów ładowania niż w Polsce.



Wykres 8. Punkty ładowania pojazdów elektrycznych w Niemczech

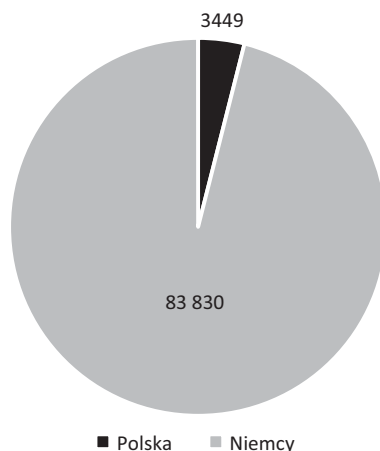
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EAFO (dostęp: 30.04.2023).



Wykres 9. Punkty ładowania samochodów elektrycznych w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EAFO (dostęp: 30.04.2023).

Największy wzrost w Niemczech miał miejsce w latach 2015–2016, gdzie liczba stacji ładowania została zwiększona prawie pięciokrotnie, z 5571 punktów w 2015 r. do 25 240 punktów w 2016 r. Kolejny wzrost nastąpił w latach 2021–2022. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania z 59 410 punktów w 2021 r. wzrosła o 24 420 punktów w 2022 r. dając w sumie 83 830 punktów.



Wykres 10. Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce i Niemczech w 2022 r.

Źródło: opracowanie własne.

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce odpowiada w przybliżeniu 4,1% niemieckich punktów ładowania. Analiza nie zawiera porównania stacji tankowania wodoru z uwagi na brak tego typu punktów w Polsce w badanym okresie. Z przeprowadzonej analizy danych zastanych, nasuwają się następujące wnioski:

1. Porównanie danych z Polski i Niemiec w kontekście elektryfikacji transportu pokazuje, że w kategorii transportu samochodowego Polska ma niewielkie szanse zbliżyć się do Niemiec w rankingu krajów z najlepiej rozwiniętym elektrycznym transportem indywidualnym.
2. Rozwój elektryfikacji będzie kontynuowany, analizowane kraje zwiększą liczbę oferowanych samochodów zeroemisyjnych oraz powiększą infrastrukturę ładowania i tankowania wodoru, lecz dynamika zmian w okresie od 2012 r. do 2022 r. każe przewidywać dalszą niekwestionowaną dominację Niemiec w tym obszarze oraz bardzo powolny rozwój elektromobilności w Polsce.
3. W celu zwiększenia tempa rozwoju elektromobilności w Polsce konieczne jest podjęcie jak najszybszych działań promujących elektryfikację transportu samochodowego.
4. Konieczna jest dalsza rozbudowa infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych. W obliczu zakazu rejestracji pojazdów spalinowych na terenie Unii Europejskiej od 2035 r. priorytetowym celem winna być dalsza rozbudowa punktów ładowania oraz rozpoczęcie procesu budowy stacji tankowania wodoru.
5. Konieczne jest podjęcie działań ze strony producentów pojazdów elektrycznych, które zapewnią dłuższy zasięg przemieszczenia pomiędzy ładowaniem oraz krótszy czas uzupełnienia energii elektrycznej w akumulatorach trakcyjnych.

Podsumowanie

Obecne zmiany zachodzące w branży samochodowej mają charakter globalny i dotyczą wielu regionów świata. Dokonują się za sprawą postępującej w coraz większym tempie rewolucji technologicznej i motoryzacyjnej. Elektromobilność, bo o niej mowa, determinuje szereg zmian nie tylko w obszarze motoryzacji, ale i w biznesie. Przechodzenie z silnika spalinowego na elektryczny ma miejsce we wszystkich gospodarkach rozwiniętych. Bezspornym liderem w tym zakresie są Chiny. Jak pokazują prognozy, Chiny w kolejnych latach utrzymają pozycję lidera na świecie. Rynek chiński jest dość ważny dla rozwoju elektromobilności przede wszystkim ze względu na jego potencjalną wielkość.

Z analizy elektromobilności w Polsce wynika, że ma ona bardzo krótką historię. Sprzedaż samochodów elektrycznych jest na dość niskim poziomie w porównaniu np. z Niemcami – liderem elektromobilności w Unii Europejskiej. W tym miejscu należy podkreślić, że sprzedaż „elektryków” w Polsce rozwija się znacznie szybciej niż sieć publicznej infrastruktury ładowania, co niewątpliwie może determinować zainteresowanie tego typu pojazdami, obok rosnącej inflacji i cen katagorycznych nowych pojazdów.

Idea elektromobilności jest i będzie kształtowana przez różne grupy społeczne, biznes, oraz rządy państw zainteresowane odnawialnymi źródłami energii i ochroną środowiska naturalnego. Pojazdy elektryczne są promowane jako przyjazne dla środowiska ze względu na zeroemisyjność, a elektryfikacja transportu drogowego traktowana jest jako realna alternatywa dla korzystania z paliw pochodzenia organicznego.

Spis literatury

Artykuły

Afrin T., Yodo N. (2020), *A survey of road traffic congestion measures towards a sustainable and resilient transportation system*, „Sustainability”, 12(11), 4660, <https://doi.org/10.3390/su12114660>

Bogdanowicz S. (2011), *Systematyka podstawowych pojęć w procesie transportowym*, „Logistyka”, 4, 114–119.

Hamurcu, M., Eren T. (2020), *Electric bus selection with multicriteria decision analysis for green transportation*, „Sustainability”, 12(7), 2777, <https://doi.org/10.3390/su12072777>

Hemmati R., Saboori H. (2016), *Emergence of hybrid energy storage systems in renewable energy and transport applications – A review*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 65, 11–23, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.029>

- Higgins C.D., Adams M.D., Réquia W.J., Mohamed M. (2019), *Accessibility, air pollution, and congestion: Capturing spatial trade-offs from agglomeration in the property market*, „Land Use Policy”, 84, 177–191, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.002>
- Kumar A., Mishra R.K. (2018), *Human health risk assessment of major air pollutants at transport corridors of Delhi, India*, „Journal of Transport & Health”, 10, 132–143, <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.013>
- McCollum D.L., Wilson Ch., Bevione M., Carrara S., Edelenbosch O.Y., Emmerling J., Guivarch C., Karkatsoulis P., Keppo I., Krey V., Lin Z., Broin E., Paroussos L., Pettifor H., Ramea K., Riahi K., Sano F., Rodriguez S.B., van Vuuren D.P. (2018), *Interaction of consumer preferences and climate policies in the global transition to low-carbon vehicles*, „Nature Energy”, 3(8), 664–673, <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0195-z>
- Mopidevi S., Narasipuram R.P., Aemalla S.R., Rajan H. (2022), *E-mobility: Impacts and analysis of future transportation electrification market in economic, renewable energy and infrastructure perspective*, „International Journal of Powertrains”, 11(2/3), 264–284, <https://doi.org/10.1504/IJPT.2022.124752>
- Najjar Y.S.H. (2013), *Protection of the environment by using innovative greening technologies in land transport*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 26, 480–491, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.060>
- Sharma A., Strezov V. (2017), *Life cycle environmental and economic impact assessment of alternative transport fuels and power-train technologies*, „Energy”, 133, 1132–1141, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.160>
- Sydorów M., Chmiel B., Żukowska S. (2023), *Wyzwania zrównoważonej mobilności miejskiej na tle polityki miejskiej Unii Europejskiej: wybrane przykłady*, „Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG”, 26(1), 9–21, <https://doi.org/10.4467/2543859XPKG.23.001.17398>
- Truskolaski T., Bugowski Ł. (2018), *Rozwój transportu drogowego w państwach położonych wzdłuż międzynarodowej trasy Via Carpatia*, „Optimum. Economic Studies”, 3(93), 265–280, <https://doi.org/10.15290/oes.2018.03.93.21>

Książki

- Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (2019), *Wprowadzenie*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu, Warszawa, 5–7.
- Koźlak A. (2008), *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Pieriegud J. (2017), *E-mobilność jako koncepcja rozwoju sektorów infrastrukturalnych*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot, 9–20.
- Rodrigue J.-P. (2020), *The Geography of Transport Systems*, Routledge, London, <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. (2006), *The Geography of Transport Systems*, Routledge, New York.
- Tarski I. (1993), *Ekonomika i organizacja transportu międzynarodowego*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

Zawieska J. (2019), *Rozwój rynku elektromobilności w Polsce*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu, Warszawa, 9–38.

Raporty i opracowania

Goldman Sachs (2022), *Electric Vehicles: What's Next. VII: Confronting Greenflation*.

IEA (2017), *Global EV Outlook 2017: Two million and counting*, International Energy Agency, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264278882-en>

IHS Global Insight (2023), *Goldman Sachs Global Investment Research, 2022–2040 are forecasts*.

PSPA (2020), *Kompendium elektromobilności. Infografiki*, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Warszawa.

Strony internetowe

ACEA_1, https://www.acea.auto/files/ACEA_vans_by_fuel_type_full-year_2021.pdf [dostęp: 5.05.2023].

ACEA_2, *Interactive map – Affordability of electric cars: Correlation between market uptake and annual net income*, <https://www.acea.auto/figure/interactive-map-affordability-of-electric-cars-correlation-between-market-uptake-and-annual-net-income/> [dostęp: 5.05.2023].

EAFO, *Alternative fuels in Europe*, <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/> [dostęp: 30.04.2023]

GOV_1, *Paliwa alternatywne w transporcie*, <https://www.gov.pl/web/klimat/paliwa-alternatywne-w-transporcie> [dostęp: 15.03.2023].

GOV_2, *Programy NFOŚiGW wspierające e-mobility*, <https://www.gov.pl/web/elektromobilnosc-programy-nfosigw-wspierajace-e-mobility> [dostęp: 15.03.2023].

IEA_1, *Trends in electric light-duty vehicles*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-electric-light-duty-vehicles> [dostęp: 5.05.2023].

IEA_2, *Global electric car stock, 2010–2021*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2010-2021> [dostęp: 5.05.2023].

IEA_3, *Global EV Outlook 2022. Executive summary*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/executive-summary> [dostęp: 5.05.2023].

IEA_4, *Global EV Outlook 2022. Trends in charging infrastructure*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-charging-infrastructure> [dostęp: 5.05.2023].

IEA_5, *Global EV Outlook 2023. Trends in charging infrastructure*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-charging-infrastructure> [dostęp: 5.05.2023].

Komisja Europejska, <https://www.ec.europa.eu> [dostęp: 15.03.2023].

Parlament Europejski, *Europejska Agencja Środowiska, Emisje CO₂ z samochodów: fakty i liczby (infografiki)*, <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190313STO31218/emisje-co2-z-samochodow-fakty-i-liczby-infografiki> [dostęp: 10.04.2023].

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, <https://www.pspa.com.pl> [dostęp: 15.03.2023].

- Routley N., *Visualizing EV Sales Around the World*, <https://www.visualcapitalist.com/electric-vehicle-sales/> [dostęp: 20.03.2023].
- Schmidt M., *Exclusive: Western Europe's plug-in electric car market surpasses 1 million landmark*, <https://www.schmidtmatthias.de/post/exclusive-western-europe-s-plug-in-electric-car-market-surpasses-1m-landmark> [dostęp: 20.03.2023].
- Shahan Z., *Tesla model 3 has passed 1 million sales*, <https://cleantechnica.com/2021/08/26/tesla-model-3-has-passed-1-million-sales/> [dostęp: 20.03.2023].
- Statzon, *Posts about EV charging*, <https://statzon.com/insights/tag/ev-charging> [dostęp: 5.05.2023].
- Strefa Inwestorów, *Polska w czołówce państw UE z największą dynamiką sprzedaży samochodów elektrycznych*, <https://strefainwestorow.pl/w-zielonej-strefie/elektromobilnosc/sprzedaz-elektrykow-polska> [dostęp: 5.05.2023].
- TrendForce, *Global NEV Sales Rose by More Than 60% YoY to Surpass 10 Million Units for 2022 and Will Keep Growing in 2023, Says TrendForce*, <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20230221-11578.html> [dostęp: 5.05.2023].

Akty prawne

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 1394).