

Perspektywy rozwoju rynku samochodów osobowych z napędem elektrycznym w Polsce

Ewa Bondar

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: ewabondar@wp.pl

Sandra Rukszan

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: rukszansandra@gmail.com

Hubert Jagiełło

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: hubertjagiello07@gmail.com

Danuta Szpilko

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: d.szpilko@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2023-0043

Streszczenie

Elektromobilność to obecnie jedna z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi gospodarki i jeden z głównych czynników kształtujących współczesny system transportowy. Ten trend zauważalny jest przede wszystkim w branży automotive. 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 Polski oraz Unii Europejskiej. Rezygnacja z samochodów osobowych z napędem spalinowym na rzecz napędu elektrycznego wymaga inte-

gracji trzech sektorów infrastrukturalnych (transportowego, energetycznego i teleinformatycznego), ale również uwzględnienia szerszych zmian zachodzących w otoczeniu prawnym i społecznym. Fundamentalnymi czynnikami regulującymi wzrost zainteresowania społeczeństwa pojazdami elektrycznymi są także postęp technologiczny, dostosowanie infrastruktury ładowania do realnych potrzeb kierowców w obszarze miejskim, jak i na trasach krajowych oraz ciągłe badania nad kolejnymi drogami pozyskiwania energii elektrycznej. Oczekiwanym efektem doskonalenia wyżej wymienionych elementów jest zachęcenie kierowców do rezygnacji z samochodów spalinowych oraz korzystania z samochodów z napędem elektrycznym, co wiąże się z niższymi kosztami eksploatacji oraz poprawą wygody użytkowania. Mimo zauważalnego trendu, należy pamiętać, iż rynek pojazdów elektrycznych jest dopiero na początku swojej drogi, dlatego podstawą jest stały rozwój konstrukcji pojazdów i poszerzenia obszarów ich zastosowań, a także działania promocyjne oraz poszerzające wiedzę na ten temat.

Słowa kluczowe

samochód osobowy z napędem elektrycznym, elektromobilność, transport zrównoważony, transport niskoemisyjny, infrastruktura ładowania

Wstęp

Wyczerpujące się zasoby paliw kopalnych wymuszają poszukiwania nowych alternatywnych źródeł zasilania pojazdów samochodowych oraz dedykowanych im rozwiązań technologicznych. Kluczowy wpływ na rozwój rynku paliw alternatywnych ma niewątpliwie negatywne oddziaływanie na środowisko, spalin pozostawianych przez tradycyjne pojazdy oraz trendy światowej polityki ekologicznej [Śliwka i in., 2015, s. 9865-9867].

Działania na globalną skalę na rzecz ograniczenia emisji szkodliwych spalin do atmosfery znajdują odzwierciedlenie również w branży motoryzacyjnej. Kolejne przepisy ograniczające emisję szkodliwych substancji doprowadzają do zainicjowania coraz to nowszych rozwiązań technicznych w budowie samochodów i zespołów napędowych. Wprowadzenie napędu elektrycznego w samochodach osobowych to kolejna bardzo skuteczna metoda ograniczania zanieczyszczeń [Moćko i in., 2011, s. 63].

Silniki elektryczne w samochodach pojawiły się na wczesnym etapie rozwoju motoryzacji. Ze względu na szybki rozwój bardziej wydajnych silników spalinowych oraz łatwy dostęp do paliw kopalnych, tradycyjne pojazdy napędzane paliwami kopalnymi zdominowały rynek paliw samochodowych. Obecnie samochody elektryczne uważane są za przyszłość motoryzacji przez ogromny postęp w rozwią-

zaniach technologicznych, maksymalna sprawność energetyczna silników benzynowych wynosi 29% natomiast silników elektrycznych 90% [Śliwka i in., 2015, s. 9865-9867].

Samochody osobowe z napędem elektrycznym uważane są za przyszłość branży automotive. Coraz częściej pojawiają się opinie mówiące o konieczności całkowitej rezygnacji z wykorzystywania samochodów z silnikami spalinowymi na rzecz tych z napędem elektrycznym. Taki scenariusz wpisuje się między innymi w obecną politykę Unii Europejskiej dotyczącą elektromobilności oraz mieści priorytety polityki transportowej Polski dotyczącej zrównoważonego oraz zeroemisyjnego transportu. Rozwój tej gałęzi branży automotive wymaga modernizacji oraz integracji trzech segmentów rynku: transportowego, ICT oraz energetycznego. Dynamika zmian zależna jest od uwarunkowań prawnopolitycznych, społecznych, technologicznych oraz środowiskowych. Wyeliminowanie samochodów spalinowych i zastąpienie ich pojazdami elektrycznymi wymaga wcześniejszego przygotowania regulacji prawnych, dostosowania lokalizacji stacji ładowania do infrastruktury drogowej oraz edukacji społeczeństwa dotyczącej wszelkich aspektów związanych z funkcjonowaniem oraz zalet i wad samochodów elektrycznych.

Mimo, iż zauważalny jest wzrostowy trend zainteresowania pojazdami elektrycznymi, wciąż jest wiele zagrożeń towarzyszących wdrażaniu takiego rozwiązania. Główną barierą w zdominowaniu rynku przez samochody elektryczne jest ich stosunkowo duża masa i mała pojemność akumulatorów, co przekłada się na małą ładowność i niski zasięg w porównaniu do samochodów z silnikiem spalinowym, a także długi czas ładowania baterii. Problematyczny w wielu krajach, w tym także w Polsce, jest brak wystarczającej liczby punktów ładowania. Większość zlokalizowana jest na terenie prywatnych posesji, a tylko niektóre są dostępne dla całego społeczeństwa. Transport elektryczny zwiększy swoją efektywność, jeżeli liczba stacji konwencjonalnego oraz szybkiego ładowania zostanie znacznie zwiększona. Stacje do ładowania pojazdów elektrycznych powinny być ulokowane wzdłuż dróg szybkiego ruchu a także głównych ulic oraz na terenie miast. Warto również zaznaczyć, iż często zaniedbywany jest jeden z fundamentów wdrożenia nowego rozwiązania jakim jest edukacja społeczeństwa. Efektywność funkcjonowania po wprowadzeniu zmian jest uwarunkowana od poziomu wiedzy społeczeństwa dotyczącej nowej technologii oraz prawidłowego jej użytkowania.

Celem artykułu jest identyfikacja i charakterystyka samochodów osobowych z napędem elektrycznym oraz analiza perspektyw wdrożenia ich na polskim rynku.

1. Charakterystyka samochodów osobowych z napędem elektrycznym

Rynek pojazdów elektrycznych jest jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów w branży motoryzacyjnej. Pandemia Covid przyczyniła się nie tylko do rozwoju z zakresu medycy, lecz również umocniła działania w kontekście światowego transportu. Czołowi producenci, ucierpieli na imporcie, sprzedaży oraz produkcji pojazdów. Zamknięte granice i fabryki spowodowały liczne straty w postaci niezrealizowanych zleceń, które skutkowały przerwaniem kontraktów lub znacząco opóźnionymi realizacjami transportu. Zmusiło to przedsiębiorców do podjęcia innowacyjnych rozwiązań w zakresie integralności systemu transportowego i jego płynności.

Minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko naturalne oraz przeciwdziałanie i likwidacja zagrożeń środowiskowych stały się głównymi kryteriami w zrównoważonym transporcie. Przyczyniło się to do powstania pojazdów elektrycznych wykorzystywanych na światową skalę w odrębnych aspektach przemysłu. Wszystkie wyżej wymienione elementy wiąże jeden cel, jakim jest osiągnięcie zrównoważonego transportu.

Zdefiniowanie zrównoważonego transportu można przedstawić koncentrując się na różnych aspektach tego określenia. Według zbliżonej definicji Scanii, nowoczesny transport coraz częściej oznacza właśnie transport zrównoważony. Polega on na przemieszczaniu ludzi i ładunków, a zarazem przyczynia się do rozwoju gospodarczego i społecznego, dbając przy tym o zdrowie ludzkie, bezpieczeństwo i środowisko. Odbyna się to w dogodnym czasie dla obu stron [Branch, 2019, s. 59].

Transport zrównoważony można więc nazwać transportem zbalansowanym, który jest zoptymalizowany społecznie, ekonomicznie i ekologicznie oraz zaspokaja potrzeby w zakresie przemieszczania się w jak najkrótszym czasie, po jak najniższym koszcie. Europejska Konferencja Ministrów Transportu OECD (2004) przedstawiła zrównoważony transport jako ten, który dba o zdrowie publiczne i ekosystemy, zaspokaja potrzeby mobilności, przy wykorzystaniu odnawialnych zasobów naturalnych, przy czym nie nadwyrażając ich możliwości regeneracji oraz zużywając ich nieodnawialne zasoby na poziomie umożliwiającym rozwój odnawialnych zamienników.

System zrównoważonego transportu po pierwsze umożliwia spełnienie potrzeby dostępu do systemu transportowego przez jednostki i społeczeństwa, w taki sposób aby był bezpieczny i spójny z potrzebami zdrowia ludzkiego i ekosystemów, oraz żeby odpowiadał wymogom wartości kapitałowych w obszarze danej grupy. Po drugie nastawiony jest na przystępne ceny, skuteczne funkcjonowanie, na szeroki wybór środków transportu oraz wsparcie prężnie rozwijającej się gospodarki. Po trzecie

ma na celu ograniczenie emisji i odpadów negatywnych zjawisk globalnych [Assessment..., 2004, s. 17].

Zrównoważony transport to system transportowy, który nie zagraża zdrowiu społeczeństwa i ekosystemom, przy jednoczesnym zaspokojeniu potrzeb mobilności, wykorzystaniu zasobów odnawialnych na poziomie jego reprodukcji oraz nieodnawialnych na poziomie zastępowania zasobami alternatywnymi. Rozpatrywany jest z punktu widzenia zarówno polityki transportowej rządów poszczególnych państw, jak i całej wspólnoty europejskiej [Brzeszczak i in., 2018, s. 85-98].

Ekonomiczny wymiar zrównoważonego transportu przejawia się w dążeniu do poprawy efektywności ekonomicznej procesu przemieszczania ładunków i ludzi w układach społeczno-gospodarczych. Społeczne aspekty zrównoważonego transportu znajdują odzwierciedlenie w działaniach na rzecz poprawy dostępności, jakości i bezpieczeństwa systemów transportowych.

Z drugiej strony środowiskowy wymiar zrównoważonego transportu koncentruje się na zmniejszaniu skali wpływu transportu na degradację środowiska naturalnego, mając na celu przede wszystkim zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i poziomu zużycia zasobów naturalnych, dlatego transport, utożsamiany przez pryzmat trzech wymiarów, charakteryzuje się dostępnością i możliwością wyboru wielu środków transportu. Stawia na przystępność cenową i wsparcie wzrostu gospodarczego, redukcję emisji zanieczyszczeń i skali wytwarzania odpadów, maksymalizację ograniczenia zużycia zasobów nieodnawialnych oraz użytkowania gruntów i przestrzeni [Pawłowski, 2019, s. 161-162]. Jest to model rozwoju, w którym wszystkie procesy zachodzące w systemach społecznych i gospodarczych są skoordynowane z procesami zachodzącymi w systemach naturalnych. W ten sposób zachowany jest stan równowagi, który zapewnia trwałość tych układów. Trzy elementy społeczeństwo-gospodarka-środowisko powinny rozwijać się w sposób względnie zrównoważony [Kryk, 2003, s. 161-162].

Rozwiązaniem odpowiadającym na obecne wymagania jest elektromobilność, która stanowi jeden z fundamentów współczesnego systemu transportowego. Właśnie dzięki niej możemy polepszyć stan naszego środowiska, ciesząc się przy tym jej ekonomiczną wartością. Trend ten rozwija się w zawrotnym tempie wśród całego społeczeństwa, ze względu na coraz większą świadomość zmian klimatycznych. Elektromobilność to nowy sektor gospodarki, który ma potencjał wpływu nie tylko na branżę transportową, ale również na transformację powszechnie rozumianej energetyki. Jest to zbiór problemów i zagadnień związanych z użytkowaniem wszelkiego typu pojazdów elektrycznych. Może to być transport drogowy, kolejowy, rzeczny i lotniczy [Wojtynek, 2019, s. 3]. Idea ta ma kluczowe znaczenie dla przyszłego rozwoju systemów gospodarczych – zarówno w skali globalnej i europejskiej, jak

i krajowej. Wymaga to zatem nie tylko przełomowych innowacji technologicznych i głębokiej konwergencji trzech sektorów infrastruktury (transportu, energii i ICT), ale także uwzględnienia zmiany w infrastrukturze, szerszych środowisk prawnych i społecznych [Gajewski i in., 2019, s. 6].

Rozwój pojazdów elektrycznych jest jednym z kluczowych elementów Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 roku (z wizją do 2030 roku). Oferuje nową perspektywę i nowoczesny model rozwoju kraju w odpowiedzi na wyzwania stojące przed polską gospodarką. Program Rozwoju Mobilności Elektrycznej identyfikuje wieloaspektowe cele do osiągnięcia poprzez rozwój elektromobilności w Polsce. Zakłada, aby wspierać postęp ekosystemu elektrodynamicznego (określenie ograniczeń rozwojowych nowego systemu gospodarczego), zwiększenie popytu na inne paliwa alternatywne (na przykład, LNG i gaz ziemny CNG), z korzyścią dla transportu publicznego, odkrywczych przedsiębiorców, budujących infrastrukturę, producentów samochodów, a przede wszystkim samych kierowców. Plan rozwoju pojazdów elektrycznych identyfikuje korzyści wynikające z upowszechnienia użytkowania pojazdów elektrycznych oraz identyfikuje potencjał gospodarczy i przemysłowy obszaru [Kurzempa, 2018, s. 894-895]. Ważnym czynnikiem ograniczania emisji hałasu drogowego będzie rozwój pojazdów elektrycznych [Plan..., 2017, s. 4-5].

Elektromobilność to duża i stale rozwijająca się gałąź gospodarki, która obejmuje nie tylko produkcję pojazdów elektrycznych. To także wydobywanie surowców, a także modernizacja i rozwój infrastruktury energetycznej. Myśląc o tym obszarze, należy również wziąć pod uwagę zaawansowany recykling pojazdów i ogniw zasilających, pozwalający na realną realizację zasad gospodarki cyrkularnej. Wszystkie te gałęzie przemysłu są integralną częścią tego, co powinniśmy dzisiaj rozumieć pod szerokim pojęciem elektromobilności [Elektromobilność..., 2021, s. 3].

Konstrukcja i wprowadzenie na giełdę transportową pierwszych samochodów elektrycznych rozpoczęła się dawno temu, jednak od pewnego czasu są stałym elementem motoryzacyjnego krajobrazu. Dostęp nowych technologii umożliwił zastosowanie innowacyjnych systemów zasilania pojazdów na skalę masową. Konsumentom chcą iść wraz z postępem technologicznym, dlatego coraz częściej skłaniają się ku tej opcji. Przyszłość należy do pojazdów elektrycznych, ze względu na to, że są ekologiczne i tańsze w eksploatacji. Duża konkurencja i poszerzająca się gama tych aut powodują szybsze i skuteczniejsze zmiany w branży elektromobilności.

Pojazd elektryczny to pojazd silnikowy wyposażony w zespół napędowy zawierający co najmniej jedno nieperyferyjne urządzenie elektryczne jako przetwornik energii z elektrycznym ładowalnym układem magazynowania energii, który można ładować z zewnątrz [Dyrektywa 2014/94, art. 2, pkt 2].

Definicja pojazdu elektrycznego odnosi się do pojazdu, który jest w 100% zasilany akumulatorem. Energia elektryczna zmagazynowana w tej baterii jest przetwarzana przez silnik elektryczny na mechaniczną energię napędową. Obecnie w użyciu jest wiele rodzajów napędów samochodów osobowych, w tym napędy elektryczne różnego stopnia.

Najczęściej stosowane są:

- samochody o całkowitym napędzie elektrycznym – EV;
- samochody o napędzie hybrydowym – napęd elektryczny typu plug-in (PHEV);
- samochody o rozszerzonym zasięgu, czyli wbudowanym silnikiem spalinywym, działającym jako napęd prądnicy doładowującej akumulatory (E-REV) [Łosiewicz i Sendek-Matysiak, 2018, s. 126-127].

Aktualnym priorytetem w rozwoju napędów elektrycznych są głównie względy środowiskowe. Pojazdy elektryczne emitują bardzo mało zanieczyszczeń w miejscu pracy (w rzeczywistości emitują cząstki stałe wytwarzane przez współczynnik tarcia wewnątrz pojazdu, interakcję między kołami a nawierzchnią drogi oraz pył unoszący się z drogi). Pojazdy elektryczne charakteryzują się także mniejszym natężeniem emisji hałasu w porównaniu z pojazdami z silnikami spalinowymi. Istotną zaletą wykorzystania pojazdów elektrycznych jest oszczędność zasobów surowcowych do produkcji paliw płynnych i gazowych. Istnieją różne rodzaje źródeł energii pierwotnej, które mogą być wykorzystywane do zasilania pojazdów elektrycznych. Wynika to z zastosowanej technologii wytwarzania energii [Chłopek, 2012, s. 115-116].

Auta elektryczne cechują:

- ekologia – ze względu na napęd elektryczny, będzie on całkowicie zeroemisyjny w każdym użytkowanym miejscu przez ładowanie pojazdu elektrycznego z odnawialnych źródeł energii. Dzięki regulacjom prawnym zwiększy się liczba potencjalnych konsumentów;
- bezpieczeństwo – stosując innowacyjne oprogramowanie do projektowania przestrzennego, symulacji wytrzymałościowej każdej części pojazdu oraz dobranie odpowiednich materiałów, skutkuje to bezpieczną konstrukcją pojazdu, dla każdego użytkownika oraz osób w otoczeniu zewnętrznym;
- funkcjonalność – szereg badań ergonomicznych, które udogadniają ułożenie wszystkich segmentów we wnętrzu oraz związane z tym dobrane ustawienia regulacyjne, pomagają osiągnąć pełen komfort podczas jazdy. Elastyczne zabudowanie nadwozi oraz modułowa konstrukcja kabiny sprzyja dostosowaniu pojazdu na etapie produkcji do przewozu różnej liczby osób i bagażu w skrzyniach ładunkowych. Przejaw funkcjonalności objawia się również w łatwości ładowania baterii. System naładowania agregatu jest zgodny z

aktualnymi europejskimi i światowymi standardami ładowania oraz typami wtyczek. Funkcja szybkiego ładowania baterii umożliwia jej uzupełnienie do 90% w 15 minut;

- atrakcyjny design – wygląd pojazdu jest bez wątpienia czynnikiem decydującym o zainteresowaniu danym modelem. Design musi dawać poczucie, że jest to ekologiczne auto elektryczne, które będzie się wyróżniać na tle innych;
- aerodynamiczna konstrukcja – można to osiągnąć za pomocą przestrzennego modelowania brył i innych technologii prototypowania (rapid – prototyping). Te nowatorskie podejście pozwala na sprawdzenie projektu pod kątem aerodynamiki tzn., współczynnik powietrza, który bezpośrednio wpływa na zasięg pojazdu, jest zazwyczaj zoptymalizowany, co przyczynia się na autonomię pojazdu;
- inne innowacyjne cechy – brak emitowania hałasu, powiększenie zasięgu, szansa na szybkie ładowanie, niższe koszty przejazdu pozwalają na wykorzystanie tych pojazdów w innych branżach [Małek, 2021, s. 7-9].

Współcześnie, podczas wyboru nowego pojazdu, konsument najczęściej decyduje się na pojazdy spalinowe, które są prekursorem w branży automotive – pozostają bardziej popularne na rynku motoryzacyjnym, głównie ze względu na niższą cenę i większy zasięg jazdy. Zdecydowana większość aut na europejskich drogach to właśnie standardowe samochody spalinowe. Fanatycy tej branży szczególnie zwracają uwagę na jakość, moc i dźwięk silnika spalinowego. To właśnie te kryteria sprawiają, że są tak cenione.

Ruch miejski w Polsce i całej Europie jest zdominowany przez pojazdy prywatne, które nie tylko prowadzą do przeludnienia centrów miast [Piórkowska i Szpilko, 2019], ale także wpływają na problemy związane z zanieczyszczeniem środowiska, takie jak toksyczne emisje ze spalin i nadmierny hałas.

Podstawowym składnikiem czynnika roboczego wszystkich silników spalinowych jest powietrze, które pobierane jest z atmosfery. Jego przepływ jest proporcjonalny do mocy silnika. Wraz z powietrzem, które ucieka z atmosfery, do cylindrów silnika przedostają się duże ilości zanieczyszczeń. Użytkownicy pojazdów obawiają się zanieczyszczeń, które wraz z powietrzem przedostają się do komory silnika nad tłokami i działają destrukcyjnie na części i zespoły silnika, przyspieszając ich zużycie i powodując pogorszenie efektywnych parametrów eksploatacyjnych pojazdu. Ważny jest nie tylko silnik, ale także jego trwałość i niezawodność.

Silnik spalinowy samochodu wytwarza dużą ilość spalin zawierających nietoksyczne (azot, tlen, woda, dwutlenek węgla, wodór) i toksyczne (tlenek węgla, tlenki

azotu, metan, tlenki siarki (IV), aldehydy, 3,4-benzopiren). Silniki spalinowe również emitują cząstki stałe. Powstają one w wyniku złożonych procesów chemicznych i fizycznych zachodzących podczas spalania paliwa w cylindrach i wydechu silnika. Cząstki stałe to sadza, produkt uboczny całkowitego i niecałkowitego spalania paliwa. Sadza w spalinach powoduje dymienie i jest widoczna gołym okiem już przy stężeniu 100 mg/m³. W momencie kiedy stężenie sadzy jest na poziomie około 600 mg/m³, zaczyna być postrzegane jako gęsty czarno-brązowy dym [Dziubak, 2021, s. 36-48].

Niskie temperatury otoczenia mają znaczący wpływ na temperaturę silnika i czynniki eksploatacyjne, zwiększając emisję zanieczyszczeń. Nabiera to szczególnego znaczenia biorąc pod uwagę fakt, że tylko niespełna 30% rozruchów odbywa się przy rozgrzanym silniku, natomiast średnia długość trasy przejazdu pojazdem wynosi zwykle kilka kilometrów. Przeciętny użytkownik samochodu uruchamia samochód co najmniej dwa razy dziennie i pokonuje jednocześnie kilka kilometrów. Silniki i układy wydechowe często pracują w zbyt niskich temperaturach, aby proces spalania i konwersji spalin przebiegał efektywnie [Wawrzonek, 2006, s. 357-359].

Zarówno samochody elektryczne, jak i spalinowe z zewnątrz nie różnią się. Posiadają te same elementy wyposażenia oraz duże podobieństwo działania systemów mechanicznych niezwiązanych z napędem samochodowym, ponieważ niezależnie od zastosowanego silnika, mają pełnić te same funkcje. Natomiast należy pamiętać, że główną rolę gra rodzaj napędu. Zestawienie porównawcze silnika elektrycznego z silnikiem spalinowym przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Zestawienie porównawcze silnika elektrycznego ze spalinowym

Silnik elektryczny	Silnik spalinowy
Zerowa emisja zanieczyszczeń	Zanieczyszczanie środowiska przez emisję spalin: tlenku węgla (CO), węglowodorów (HC), tlenków azotów (NOx)
Wysoka efektywność energetyczna	Wysokie spalanie (zwłaszcza w mieście)
Cicha praca systemu	Stosunkowo głośna praca systemu (w zależności od silnika i preferencji konsumenta)
Przywileje ekologiczne w wielu krajach	Nakładanie wysokich opłat za przekroczenie limitów średnich emisji spalin
Wysokie koszty produkcji	Prosta i tania konstrukcja
Problemy z utylizacją baterii	Możliwość sprzedawania poszczególnych części silnika
Niedogodna infrastruktura ładowania	Szeroka lokalizacja punktów CPN
Ograniczony zasięg stopniem naładowania akumulatora	Nieograniczony zasięg

Silnik elektryczny	Silnik spalinowy
Zwiększona zdolność przekształcania energii w ruch	Łatwość uruchomienia systemu w różnych warunkach atmosferycznych
Niższy koszt pokonywania krótkich dystansów	Wysoki koszt pokonywania krótkich dystansów
Mniejsze koszty eksploatacji	Wysokie koszty eksploatacji
Hamowanie regeneracyjne	
Wysoka cena nowych akumulatorów	Wysokie ceny paliwa

Źródło: opracowanie własne.

Od samych początków branży motoryzacyjnej poszukiwane są źródła napędu pojazdów, które będą wiązały się z niskimi kosztami, niskim wskaźnikiem szkodliwości dla środowiska oraz wysoką sprawnością. W 1998 roku Toyota rozpoczęła rozwój napędów hybrydowych, które stały się ogniwem przejściowym pomiędzy pojazdami z silnikami spalinowymi, a pojazdami całkowicie elektrycznymi. Następnie szybki rozwój technologii magazynowania dużych ilości energii elektrycznej w bateriach trakcyjnych przyspieszył wprowadzenie na rynek pojazdów elektrycznych. Punktem kulminacyjnym był rok 2012, gdy kilka poważnych koncernów motoryzacyjnych wprowadziło do oferty pierwsze modele elektryczne [Małek, 2021, s. 7]. XXI wiek w motoryzacji charakteryzuje się ciągłym rozwojem napędów pojazdów, aby były one coraz bardziej ekologiczne i ekonomiczne. Rozwiązaniem spełniającym wszystkie te wymagania okazały się pojazdy z napędem układu elektrycznego lub hybrydowe, który stanowi połączenie z silnikiem spalinowym. Rozwój tych technologii spowodowany jest między innymi potrzebą spowolnienia wzrostu wskaźników emisyjnych oraz wzrostem mobilności człowieka. Wsparcie rozwoju napędów ekologicznych przyspieszyło ich wdrażanie na rynku globalnym. Udostępniony przez ACEA raport dotyczący rejestracji nowych pojazdów w 2023 roku potwierdza wzrost zainteresowania samochodami z tego rodzaju napędem. Największą zmianę odnotowano na Cyprze, gdzie w 2023 roku zarejestrowano 5 razy więcej aut elektrycznych niż w roku poprzedzającym. Na drugim i trzecim miejscu usytuowała się Łotwa z wynikiem 200% oraz Grecja – 175,6%. W rankingu 5 państw w największym wzroście znalazła się Bułgaria (169,2%) oraz Chorwacja (126,1%). Są to kraje średniozaawansowane, dlatego tak wysokie wyniki świadczą o silnej determinacji i realnej zmianie. W 2023 najwyższy wynik rejestracji samochodów z napędem elektrycznym osiągnęły takie kraje jak Niemcy (94 736), Francja (64 859), Holandia (25 209), Norwegia (24 231) i Szwecja (22 902). Skalę zmiany ukazuje łączny wynik krajów Unii Europejskiej, który wynosi 320 987 rejestracji, co stanowi wzrost o niemal 50% w porównaniu do roku poprzedzającego. Spadek odnotowano jedynie na Malcie oraz w Norwegii, która jednocześnie plasuje się na 4 miejscu pod względem liczby rejestracji w roku 2023 (tab. 2).

Tab. 2. Zestawienie rejestracji nowych samochodów osobowych z napędem elektrycznym w latach 2022-2023

	styczeń-marzec 2023	styczeń-marzec 2022	% różnica 2023/2022
Austria	11 235	7 166	56,8
Belgia	20 779	9 629	115,8
Bułgaria	420	156	169,2
Chorwacja	563	249	126,1
Cypr	178	28	535,7
Czechy	1 338	785	70,4
Dania	11 904	5,934	100,6
Estonia	245	147	66,7
Finlandia	6 586	3 040	116,6
Francja	64 859	43 506	49,1
Grecja	1 392	505	175,6
Hiszpania	10 571	7 250	45,8
Irlandia	9 296	6 235	49,1
Litwa	408	257	58,8
Luksemburg	2 513	1 615	55,6
Łotwa	478	159	200,6
Malta	189	196	- 3,6
Niderlandy	25 209	12 240	103,0
Niemcy	94 736	83 672	13,2
Polska	4 095	2 252	81,8
Portugalia	8 399	3 730	125,2
Rumunia	3 140	2 108	49,0
Słowacja	397	301	31,9
Słowenia	1 146	553	107, 2
Szwecja	22 902	19 712	16,2
Węgry	1 653	1 272	30,0
Włochy	16 356	11 289	44,9
UE	320 987	224 166	43,2
Islandia	1 600	1 334	19,9
Norwegia	24 231	26 800	- 9,6
Szwajcaria	10 250	8 820	16,2
EFTA	36 081	36 954	- 2,4
Wielka Brytania (GB)	76 230	64 165	18,8
EU + EFTA + GB	433 298	325 285	33,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie [New..., 2020, s. 4].

Porównując wyniki osiągnięte przez kraje europejskie i nie tylko, można dojść do wniosku, że samochody elektryczne przestają być rozwiązaniem nieosiągalnym

dla krajów słabiej rozwiniętych. Tendencja wzrostowa w kwestii zainteresowania samochodami elektrycznymi napędzana jest kolejnymi rozwiązaniami proponowanymi przez producentów samochodów osobowych oraz pojazdów transportowych wykorzystywanych do transportu dóbr i transportu miejskiego. Według raportu JATO Dynamics podsumowującego pierwszy kwartał 2023 roku w branży automotive rynek pojazdów elektrycznych w 27 rynkach europejskich wzrósł o 16% w stosunku do poprzedniego roku [Jato..., 2023, s. 5]. Dużą rolę w popularyzacji elektromobilności miały wyniki firmy Tesla oraz Nissan i Renault. Tesla Model Y był najczęściej rejestrowanym nowym samochodem osobowym w I kwartale 2023 roku. Łącznie w Q1 2023 roku sprzedano 71683 egzemplarze Tesli Model Y, co stanowi wzrost równy 173% względem roku 2022. Swoją udział we wzroście sprzedaży pojazdów elektrycznych miała również grupa Volkswagen, której dwa modele plasują się na 3 i 4 miejscu. W rankingu znalazły się również modele grupy Renault oraz Stellantis, a także Volvo oraz MG. Analizując wyniki konkretnych modeli z Q1 2022 oraz 2023 przedstawionych na rysunku zauważalny jest ogólny wzrost zainteresowaniem wybranymi pozycjami na poziomie 33% (tab. 3).

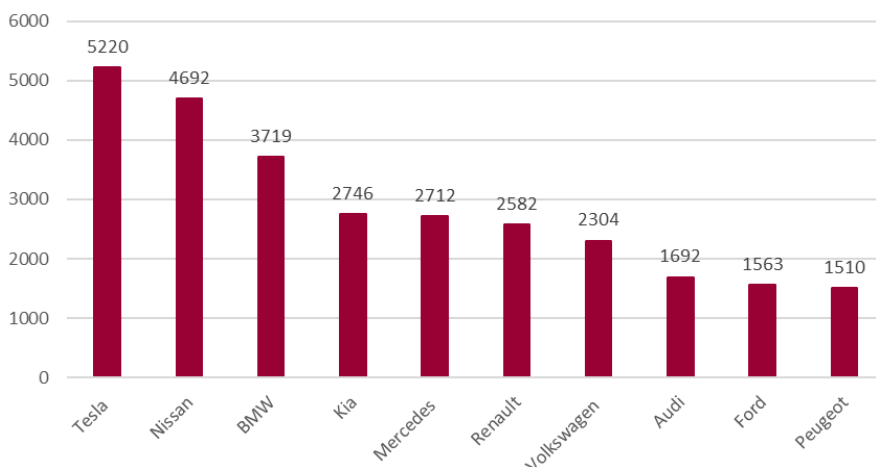
Tab. 3. Ranking najczęściej kupowanych samochodów z napędem elektrycznym w 2023 roku

	BEV	Wynik	Q1 2022
1	Tesla Model Y	71,683	+173%
2	Tesla Model 3	19,621	-40%
3	Volkswagen ID. 3	17,316	+105%
4	Volkswagen ID. 4	16,646	+52%
5	Dacia Spring	14,066	+56%
6	Volvo XC40	13,786	+173%
7	Fiat 500	13,543	+48%
8	Peugeot 208	13,266	+48%
9	MG4	12,720	new
10	Renault Menage	10,876	+
	Razem	430,700	+33%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Jato..., 2023, s. 5].

Na podstawie danych udostępnionych przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów (ACEA) dokonano analizy udziałów nowych osobowych samochodów elektrycznych (BEV) w rynkach poszczególnych krajów europejskich w 2023 roku [New..., 2023, s. 3]. W I kwartale 2023 roku samochody elektryczne w Europie stanowiły około 15% wszystkich nowych aut. W Polsce wygenerowały one około 3,5% rynku. Do 20 kwietnia 2023 roku zarejestrowano w Polsce 40 241

samochodów elektrycznych (BEV). Co więcej, trend wzrostowy wciąż trwa. Z informacji prasowej Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego wynika, iż z końcem maja 2023 r., w Polsce było zarejestrowane łącznie 42 859 osobowych i użytkowych samochodów elektrycznych. Przez pierwsze pięć miesięcy roku ich liczba zwiększyła się o 9 134 sztuki, o 71% więcej niż w analogicznym okresie 2022 r. [Licznik..., 2023]. Dynamiczny rozwój tego typu samochodów na polskim rynku nie mógł nie zwrócić uwagi producentów. Obecnie najpopularniejszą marką zapewniającą auta elektryczne w Polsce jest Tesla. To właśnie ten producent przekroczył próg 5 000 zarejestrowanych aut. Na podium znalazły się również Nissan (4 692) oraz BMW (3 719). Wynik ponad 2 000 rejestracji przekroczyły również marki Kia, Mercedes, Renault oraz Volkswagen. W rankingu 10 najpopularniejszych producentów samochodów elektrycznych w Polsce znalazły się również Audi, Ford oraz Peugeot. Wartości rankingu przedstawione zostały na rysunku 1.



Rys. 1. Ranking TOP 10 marek samochodów elektrycznych w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie [New..., 2023, s. 3].

Mimo wielu przeszkód, które towarzyszą wdrożeniu pojazdów elektrycznych takich jak zasięg, czas ładowania czy koszt zakupu, zyskują coraz więcej zwolenników na polskim rynku. Wzrost zainteresowania może wiązać się między innymi z nasilającą się inflacją, która zmusza konsumentów do szukania nowych rozwiązań, które pozwolą obniżyć koszty eksploatacji. Innymi czynnikami wpływającymi na wzrost zainteresowania są:

- lepsze warunki jazdy;

- dbałość o własne zdrowie;
- obawy dotyczące zmiany klimatu;
- wsparcie rządowe [Raport..., 2023].

Odzwierciedleniem upodobań Polaków jest ranking najpopularniejszych samochodów elektrycznych przygotowany przez IBRM Samar. Wbrew pozorom modelem cieszącym się największym zainteresowaniem w Polsce nie jest auto marki Tesla. Pierwsze miejsce w rankingu zajmuje Nissan Leaf. Od razu po nim plasują się Tesla Model 3 oraz BMW i3. W TOP 5 modeli samochodów elektrycznych w Polsce mieści się także Renault ZOE i Kia Niro. Pozostałe modele osiągnęły wyniki na w miarę równym poziomie 1000 rejestracji (tab. 4).

Tab. 4. Ranking 10 modeli najczęściej sprzedawanych samochodów elektrycznych w Polsce

	BEV	Wynik
1	Nissan Leaf	3958
2	Tesla Model 3	2847
3	BMW i3	2469
4	Renault ZOE	1589
5	Kia Niro	1347
6	Ford Mustang Mach-E	1097
7	Tesla Model Y	1083
8	Fiat 500	1058
9	Skoda Enyaq IV	958
10	Dacia Spring	946
	Razem	17352

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport..., 2023].

2. Regulacje prawne dotyczące elektromobilności

2.1. Akty prawne mówiące o użytkowaniu elektryków w Polsce

Transport pełni coraz to istotniejszą rolę w rozwoju gospodarki krajowej. Im wyższy stopień rozwinięcia transportu, tym korzystniej wpływa na wzrost gospodarczy, technologiczny, społeczny oraz poprawia jakość życia mieszkańców czy zaspokajania ich potrzeby komunikacyjne. Łączy nierozzerwalnie ze sobą inne sektory gospodarki, wpływając na konkurencyjność regionów. Sektor transportu przyczynia się również do głównych źródeł zanieczyszczeń powietrza, przyczyniając się do globalnego kryzysu klimatycznego [Kuźma i in., 2022, s. 9].

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 Polski oraz Unii Europejskiej. Coraz częściej ekologiczne aspekty transportu rzutują również na decyzje potencjalnych nabywców samochodów. Poza nimi głównymi czynnikami wpływającymi na wybór marki przy zakupie kolejnego samochodu są:

- jakości samochodów;
- cechach pojazdów;
- znajomość marki;
- cena;
- techniczne parametry auta;
- wizerunek producenta;
- jakość eksploatacji [Global..., 2023].

Mówi się, że pojazdy elektryczne, szczególnie samochody osobowe z napędem elektrycznym, są postrzegane jako szansa na minimalizację negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Większość energii elektrycznej na świecie jest wytwarzana z węgla kamiennego i najprawdopodobniej sposób zasilania gospodarki światowej nie ulegnie zmianie w przeciągu kilkudziesięciu kolejnych lat. Zakłada się, że emisje spalin zostaną znacznie zmniejszone, gdy wyeliminuje się paliwa kopalne na rzecz zielonych źródeł energii. Przy znacznym nacisku na samochody elektryczne, teza ekspertów brzmi, że koszt pojazdu elektrycznego ulegnie wyrównaniu lub zmniejszeniu w porównaniu z samochodem z silnikiem benzynowym, a koszt użytkowania takich pojazdów spadnie [Hensher, 2020, s. 265].

Współdzielenie samochodów elektrycznych jest najczęściej rozważanym trybem ekologicznej e-mobilności. Oczekuje się, że takie rozwiązanie przyspieszy zastępowanie samochodów zasilanych paliwami kopalnymi pojazdami elektrycznymi. Wprowadzenie takiej możliwości nie powinno napotykać tak dużego oporu jak zakup prywatnych pojazdów elektrycznych ze względu na wysokie koszty zakupu oraz liczne zagrożenia i niepewność. Oprócz pozytywnego wpływu na środowisko osiągniętego dzięki połączeniu współdzielenia i silników elektrycznych, wdrażanie pojazdów elektrycznych we współdzielonych flotach samochodowych może okazać się korzystne również dla operatorów, ponieważ wiąże się to z obniżeniem kosztów operacyjnych. Obecnie można zaobserwować dynamiczny wzrost zainteresowania realizacją wspólnych przejazdów. Przykładem efektywności takiego sposobu pracy są usługi oferowane przez Uber lub Bolt. W rzeczywistości współdzielenie samochodów elektrycznych może wiązać się z większą złożonością operacyjną, zamontowane baterie nadal wymagają długiego czasu ładowania, co może zwiększyć ogólne koszty działalności oraz czas zmiany kierowcy [Liao i Correia, 2022, s. 270; Godlewska i Szpilko, 2020]. W takiej sytuacji należy zastanowić się czy dążenie

w tym kierunku okazałoby się złotym środkiem w czasach, w których coraz większym zagrożeniem staje się kryzys mobilności związany ze zwiększonym zatłoczeniem oraz zanieczyszczeniem środowiska [Liao i Correia, 2022, s. 271].

W rankingu krajów Unii Europejskiej, dotyczącym nadmiernej emisji spalin samochodowych, Polska uklasyfikowała się na jednej z czołowych pozycji. Reformy oraz akty prawne w zakresie norm jakości w Polsce wciąż ewoluują. Przez ten czas zatwierdzono budżet między innymi w zakresie gospodarowania odpadami oraz kanalizacji wodno-ściekowej. Niestety decyzje dotyczące ochrony powietrza były odsuwane na dalszy plan. Sytuacja zmieniła się gdy Unia Europejska wprowadziła wymogi w danym zakresie, przyczyniając się do stopniowego niwelowania zanieczyszczeń generowanych przez przemysł oraz energetykę. Warto jednak zaznaczyć, iż regulacje te nie odnosiły się stricte do sektora transportu, dlatego nadal wprowadzane są nowe ustawy mające na celu poprawę obecnego stanu [Zielińska, 2018, s. 64-65].

W dalszym ciągu istnieje duża ilość barier wpływających negatywnie na rozwój sektora elektromobilności w Polsce. Spośród nich można wytypować między innymi stosunkowo niewielki popyt na usługę ładowania, wynikający z nielicznych stacji ładowania pojazdów z napędem elektrycznym. Znaczącymi przeszkodami są także najdłuższy w Europie proces przyłączania ładowarek do sieci elektroenergetycznej oraz brak prawidłowej infrastruktury elektroenergetycznej w wielu głównych lokalizacjach, na przykład miejscach obsługi ulokowanych przy autostradach [Elektromobilność..., 2022, s. 52].

Można stwierdzić, że główną determinantą warunkującą decyzję o wyborze najtańszej opcji z powyżej wymienionych, są relatywnie niskie zarobki oraz rosnące koszty życia w Polsce [Elektromobilność..., 2022, s. 65]. Kolejnymi czynnikami decydującymi o korzystaniu z pojazdów napędzanych standardowym paliwem, mogą być:

- sprowadzanie tańszych aut z zachodu;
- brak restrykcji związanych z normami spalin;
- niski koszt zakupu starszego auta w porównaniu do nowszego;
- wysokie opłaty administracyjne i rachunki;
- niskie średnie zarobki.

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych wraz z firmą Frost & Sullivan szacują, iż przy optymistycznych założeniach liczba pojazdów elektrycznych w Polsce w 2025 roku wyniesie 300 tysięcy [Polish..., 2019]. Wzrost ten ma związek z wprowadzanymi ustawami regulującymi rynek pojazdów elektrycznych.

Ustawa o pojazdach elektrycznych i paliwach alternatywnych została podpisana 11 stycznia 2018 r., a jej przepisy weszły w życie 42 dni później. Głównym celem

przyjętego dokumentu jest określenie zasad rozwoju i funkcjonowania infrastruktury do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie. Ma na celu zachęcenie kierowców do wybierania samochodów napędzanych paliwami alternatywnymi, innymi niż pojazdy elektryczne.

9 czerwca 2022 r. w Sejmie, zapadł decydujący głos o nowelizacji art. 76 ust. 2 Ustawy o elektromobilności. Dany przepis dotyczy sankcji na wypadek, gdyby nie zapewniono, minimalnego udziału 10% od dnia 1 stycznia 2022 r. oraz 30% od dnia 1 stycznia 2025 r. pojazdów elektrycznych lub pojazdów zasilanych gazem ziemnym we flocie własnej podmiotu, który zobowiązał się wobec samorządu terytorialnego do wykonywania usług publicznych. Jeżeli wyżej wymieniony warunek nie zostanie spełniony, zawarte umowy tracą moc prawną. W pierwszym ogłoszeniu art. 76 ust. 2 powinno to nastąpić 31 grudnia 2022 r. Nowelizacja zmieniła ten termin na 31 grudnia 2025 r. [Rok..., 2023, s. 20].

Istotnym elementem krajowej legislacji jest także implementacja unijnej dyrektywy 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych [Dyrektywa..., 2014, s. 1-20]. Wprowadzenie wyżej wymienionej dyrektywy za skutkowało, utworzeniem dwóch nowych dokumentów:

- Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych przyjęte uchwałą Rady Ministrów 29 marca 2017 [Krajowe..., 2017];
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [Ustawa..., 2018, poz. 317].

Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych mówią o rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w Polsce. Skupiają między innymi ocenę obecnego stanu i możliwości rozwoju rynku paliw alternatywnych w sektorze transportu, cele krajowe w zakresie miejsc do ładowania oraz rozwoju rynku pojazdów elektrycznych, a także listę aglomeracji w obszarach zabudowanych, w których mają powstać publicznie dostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych [Zawieska, 2019, s. 10-11].

Ustawa zawiera zmiany dotyczące między innymi:

- warunków rozwoju i zasad tworzenia sieci pojazdów elektrycznych w transporcie oraz zasad świadczenia usług w zakresie ich ładowania;
- niezbędnych działań podmiotów publicznych w ramach rozwoju sieci paliw alternatywnych i obowiązków informacyjnych;
- firm zajmujących się sprzedażą, reguł funkcjonowania oraz tworzenia nowych Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych;
- zasad powstawania obszarów alternatywnego transportu w miastach [Zawieska, 2019, s. 11].

Wprowadzenie ustawy wiąże się z wieloma korzyściami dla właścicieli pojazdów z napędem alternatywnym. Nawiązując do artykułu 109a, można uniknąć konieczności zapłaty akcyzy przy zakupie samochodu osobowego, stanowiącego pojazd elektryczny w rozumieniu art. 2 pkt 12 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [Ustawa z dnia 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym, art. 109a]. Co więcej do dnia 1 stycznia 2026 r. pojazdy elektryczne w rozumieniu art. 2 pkt 12 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, są dopuszczone do ruchu po wyznaczonych przez zarządcę pasach drogi dla autobusów [Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności ..., art. 148a]. Kolejną zachętą do korzystania z samochodów elektrycznych jest fakt, iż kierowcy tego rodzaju pojazdów są zwolnieni z opłat za postój pojazdów w strefie śródmiejskiej oraz standardowej strefie płatnego parkowania.

Transport drogowy jest najbardziej zanieczyszczającym i najczęściej używanym rodzajem transportu w Unii Europejskiej. Dlatego też większość celów sformułowanych w strategii rozwoju transportu dotyczy transportu drogowego. Jednym z podstawowych celów funkcjonowania europejskich systemów transportowych jest zmniejszenie liczby pojazdów z silnikami spalinowymi w transporcie miejskim o około pięćdziesiąt procent do 2030 roku. Oczekuje się, że do 2050 roku pojazdy te znikną całkowicie z ruchu miejskiego. Z pewnością wycofanie konwencjonalnych pojazdów silnikowych z transportu miejskiego zmniejszyłoby zależność gospodarki narodowej od ropy naftowej [Miłaszewicz i Rut, 2014, s. 7503].

Obecnie system transportowy Unii Europejskiej jest w dużej mierze oparty na wykorzystaniu ropy naftowej i produktów ropopochodnych. Ze względu na wyczerpywanie się zasobów i często zlokalizowanie w regionach niestabilnych politycznie jest zjawiskiem niepożądanym. Poziom cen ropy naftowej również ulegał gwałtownym wahaniom na przestrzeni lat. W związku z tym kładziony jest duży nacisk na zwiększenie udziału niskoemisyjnych paliw alternatywnych. Można spodziewać się ograniczenia emisji zanieczyszczeń w zakresie gazów cieplarnianych, cząstek stałych i hałasu poprzez zastąpienie pojazdów napędami hybrydowymi, elektrycznymi lub wodorowymi w transporcie miejskim. Należy podjąć działania w celu opracowania nowych technologii w zakresie wytwarzania i eksploatacji pojazdów niskoemisyjnych oraz systemu regulacji prawno-organizacyjnych, które umożliwią szersze zainteresowanie użytkowników tymi pojazdami przyjaznymi dla środowiska [Miłaszewicz i Rut, 2014, s. 7503].

Zgodnie z ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych (art. 60) w polskich miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców musi powstać infrastruktura ładowania aut elektrycznych. Liczba stacji ładowania jest uzależniona od populacji oraz zagęszczenia floty aut w przeliczeniu na 1 000 mieszkańców i mieści się

w przedziale pomiędzy 60 (w 12 mniejszych miastach, przekraczających 100 tysięcy mieszkańców) a 1000 punktów ładowania (w Warszawie). Poza dostosowaniem infrastruktury ładowania do potrzeb kierowców ustanowiono również regulacje chroniące mieszkańców. W celu minimalizacji negatywnego wpływu na zdrowie i środowisko związanego z emisją zanieczyszczeń, możliwe jest wprowadzenie na obszarze mieszkaniowym oraz użyteczności publicznej strefy czystego transportu, do której ogranicza się wjazd pojazdów innych niż elektryczne [Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności ..., art. 39].

2.2. Plany Unii Europejskiej – Plan „Fit for 55” w transporcie drogowym

Trwający i nasilający się kryzys klimatyczny stanowi wyzwanie dla firm z niemal każdego sektora, które coraz częściej stają w obliczu żądań wprowadzenia ulepszeń ze strony rządów, partnerów biznesowych, organizacji pozarządowych, rządu, pracowników i klientów. Społeczna odpowiedzialność biznesu wzrosła w ciągu ostatnich trzech dekad, przez co wzrosło również zainteresowanie opracowaniem bardziej ekologicznych, zrównoważonych i odpowiedzialnych społecznie polityk i praktyk organizacyjnych [Julsrud i Standal, 2023, s. 815].

W przypadku transportu drogowego, pełna i terminowa dekarbonizacja wymaga czegoś więcej niż zwykłych nawoływań ukierunkowanych na podniesienie wskaźników akceptacji pojazdów elektrycznych. Nawet instrumenty polityczne, które zniechęcają do zakupu konwencjonalnych samochodów poprzez podatki od rejestracji pojazdów, podatki paliwowe lub wprowadzanie coraz to nowszych norm emisyjnych, nie są w stanie zagwarantować rozpoczęcia ery pojazdów elektrycznych. W tym miejscu pojawiają się zakazy i zobowiązania do stopniowego wycofywania standardowych pojazdów napędzanych paliwami kopalnymi [Hoppe i in., 2023, s. 2].

Głównym celem unijnej polityki ochrony środowiska, realizowanej obecnie wspólnie lub równolegle z polityką ONZ2, jest powstrzymanie negatywnych zmian klimatycznych. Dlatego w grudniu 2019 roku Unia Europejska, działając na podstawie art. 192 ust. 1 traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej przyjęła założenia Europejskiego Zielonego Ładu. Program ten określa 10 priorytetów, z których najważniejszym jest osiągnięcie neutralności klimatycznej w Europie do 2050 roku. Unia Europejska dokonała przeglądu obowiązujących przepisów dotyczących jej wpływu na klimat, wdrażania inteligentnej infrastruktury, w tym wdrażania inteligentnych sieci, sieci wodorowych i magazynowania energii [Sitek, 2023, s. 332].

Uruchomienie Europejskiego Zielonego Ładu wyznaczyło nowe, ambitniejsze wyzwania klimatyczne, których celem jest uczynienie Unii Europejskiej pierwszym

kontynentem neutralnym dla klimatu do 2050 r [Szpilko i Ejdyś, 2022]. Na 2030 zaplanowana jest próba redukcji emisji o co najmniej 55% porównując poziom z 1990 roku. Ogłaszając nowe założenia 14 lipca 2021 r., Komisja Europejska wprowadziła pakiet legislacyjny zawierający sugestie zmiany obowiązujących aktów prawnych lub przyjęcia nowych aktów prawnych, tak zwany, „Fit for 55”. Jedną z propozycji w nim zawartej jest nowelizacja Dyrektywy ETS5, której proponowane zapisy zmierzają do szybszej redukcji emisji spalin. Inną kluczową propozycją z punktu widzenia ETS w ramach tej nowelizacji jest próba wprowadzenia mechanizmu korekty cen na granicach uwzględniającego emisję CO₂ [Chról, 2022, s. 48].

Analizując dane pochodzące z Parlamentu Europejskiego można stwierdzić, że trzydzieści procent zanieczyszczeń powietrza w postaci dwutlenku węgla w Unii Europejskiej, generowane jest przez sektor transportu oraz około siedemdziesięciu procent z tego przekłada się na transport drogowy. W celu polepszenia jakości powietrza, należy dążyć do zwiększenia liczby pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii. Częściowe odchodzenie od silników spalinowych, które będą używane do pewnego terminu ważności ze względu na stopniowe wyczerpywanie się rezerw zasobów ropy. Samochody elektryczne podczas jazdy nie emitują CO₂ przez co, możliwe jest ograniczenie emisji spalin. Może mieć to pozytywny wpływ na jakość życia oraz zdrowia ludzi zamieszkujących w szczególności duże aglomeracje miejskie [Dereń i Owczarek, 2021, s. 21].

Wcielenie w życie Europejczyków, pakietu Fit for 55 i zawartej w nim propozycji zmiany Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/631 nawiązującego do ograniczenia emisji dwutlenku węgla w produkcji samochodów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych przeznaczonych na sprzedaż na rynku unijnym. Wprowadzenie restrykcji spowoduje duże zmiany w dziedzinie przemysłu motoryzacyjnego w Polsce. Emisja dwutlenku węgla pojazdów na terenie Europy, po raz pierwszy w niej zarejestrowanych spadnie z obecnych ok. 100 gCO₂/km do 0 gCO₂/km do końca 2035 r. [Kutwa i Maj, 2022, s. 5].

Pomijając redukcje dla samochodów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych, pakiet Fit for 55 przewiduje propozycję metod zmniejszenia emisji szkodliwych spalin w transporcie drogowym:

- powstanie nowy system handlu z wprowadzonymi uprawnieniami emisji dla sektora transportu i ogrzewania budynków;
- w dyrektywie w sprawie energii ze źródeł odnawialnych zwiększy się restrykcja na stawiane wymagania;
- korzyści podatkowe na rzecz paliw kopalnych zostaną wyeliminowane na rzecz zmian wprowadzonych w Dyrektywie o podatku energetycznym;

- rozporządzenie w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych poprawi działania na korzyść liczby zero oraz niskoemisyjnych pojazdów [Kutwa i Maj, 2022, s. 6].

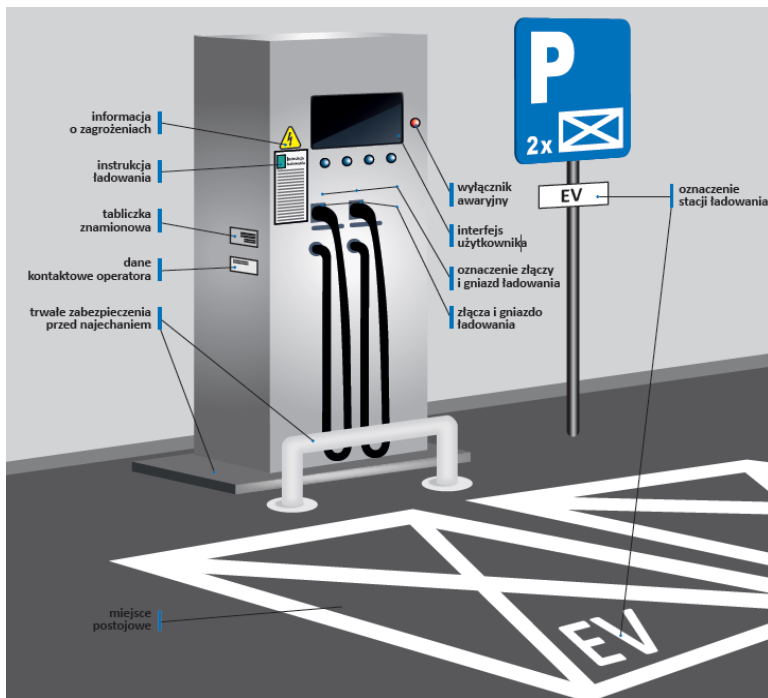
W związku z zakazem sprzedaży pojazdów z silnikami spalinowymi od 2035 roku liczba pojazdów elektrycznych w Polsce wzrośnie o około 3 miliony do 2050 roku, co będzie miało wpływ na zmianę preferencji odnośnie do transportu publicznego oraz indywidualnego. Wzrost liczby pojazdów elektrycznych wymusza również rozbudowę obecnej infrastruktury. Kolejnym aspektem zakazu sprzedaży pojazdów z silnikiem spalinowym jest potencjalne ryzyko, że stare pojazdy z silnikiem spalinowym będą nadal eksploatowane. Część społeczeństwa jest skłonna do dalszego korzystania z pojazdów o napędzie konwencjonalnym ze względu na ograniczone środki finansowe i brak odpowiednich stacji ładowania na terenach słabiej zaludnionych [Rabiega i in., 2022, s. 25]. W rezultacie średni wiek pojazdów z silnikami spalinowymi będzie prawdopodobnie wyższy, a co z tym związane wzrośnie zagrożenie kolizji.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w 2030 roku może sięgnąć nawet 7-8 TWh. Dzieje się tak, ponieważ liczba samochodów elektrycznych i autobusów jest mniej więcej taka sama. Zakaz sprzedaży samochodów spalinowych ma zostać wprowadzony w 2035 r. W 2050 r. zużycie energii elektrycznej w sektorze transportu może sięgnąć 34 TWh. Odpowiada to około 10% zapotrzebowania na energię elektryczną. Ponad 75% energii elektrycznej zużywają samochody osobowe. Popyt na operacje transportowe może się potroić w latach 2020-2050 ze względu na zwiększoną aktywność w zakresie podróży krajowych i międzynarodowych po konkurencyjnych cenach [Rabiega i in., 2022, s. 30]. W kontekście dążenia do neutralności klimatycznej rosnące ceny paliw powinny stanowić zachętę do wyboru bezemisyjnych środków transportu. Jednak w przypadku nagłych zmian spowodowanych czynnikami losowymi, wyższe ceny paliw tylko krótkoterminowo zwiększą koszty dla użytkowników silników spalinowych.

2.3. Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce

Równolegle do wzrostu liczby pojazdów z napędem elektrycznym oraz nowych ustaw regulujących prawne aspekty takiego rozwiązania, rozwija się również infrastruktura ładowania opierająca się na stacjach ładowania, czyli urządzeniach budowlanych obejmujących co najmniej jeden punkt ładowania. Model stacji ładowania przedstawiono na rysunku drugim. Według ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych punkt ładowania stanowi każde urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, hybrydowego lub

autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu takiego rodzaju pojazdu. Wyodrębniono dwa rodzaje punktów ładowania. Pierwszy z nich to punkt ładowania o normalnej mocy, czyli mocy mniejszej lub równej 22 kW, z wyłączeniem urządzeń o mocy mniejszej lub równej 3.7 kW zainstalowanych w miejscach innych niż ogólnodostępne stacje ładowania. Natomiast punkt ładowania o dużej mocy jest to typ punktu ładowania, którego moc wynosi powyżej 22 kW [Stacje..., 2022, s. 6].



Rys. 2. Model stacji ładowania

Źródło: [Stacje..., 2022, s. 6].

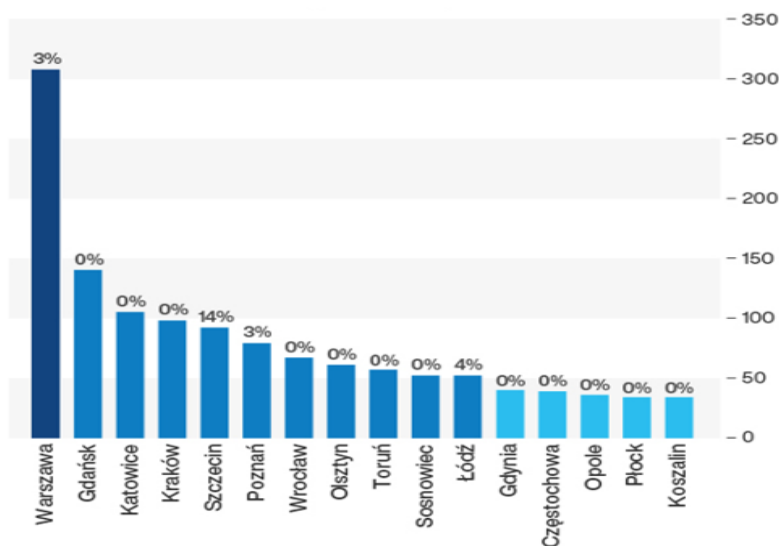
Rozwinięta infrastruktura ładowania wiąże się z ciągłym przyrostem liczby stacji ładowania, co zmniejsza obciążenie odrębnych punktów ładowania. Jednym z pożądanych efektów jest usprawnienie procesu ładowania, który stanowi zbiór czynności służący przekazaniu i akumulowaniu energii elektrycznej potrzebnej do napędu pojazdu. Z uwagi na ilość rozwiązań technologicznych, proces ten może być

realizowany w różny sposób. Zgodnie z normą IEC 62196 Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna wyróżniła cztery tryby ładowania:

- mode 1 (prąd przemienny) – wolne lub półszybkie ładowanie ze zwykłego gniazdka elektrycznego jednofazowego lub trójfazowego, bez specjalnych systemów ochrony;
- mode 2 (prąd przemienny) – wolne lub półszybkie ładowanie ze zwykłego gniazda z dostosowanymi do potrzeb pojazdów elektrycznych systemami ochrony;
- mode 3 (prąd przemienny) – wolne lub półszybkie ładowanie za pomocą specjalnego gniazda wielopinowego z zaawansowanymi funkcjami sterującymi i zabezpieczającymi;
- mode 4 (prąd stały) – wolne, półszybkie lub szybkie ładowanie z wykorzystaniem specjalnych technologii ładowania (wyłącznie DC) [Stawski i Ziaja, 2016, s. 79].

Większość standardów złączy dotyczy prądu zmiennego, ponieważ ten jest łatwiej dostępny. W przypadku ładowania z wykorzystaniem AC najczęściej spotykane w pojazdach są ładowarki o mocy 3,6 kW. Nowsze modele samochodów elektrycznych posiadają już wbudowane ładowarki o większych mocach: 6 kW.

Znalezienie optymalnej lokalizacji punktów ładowania pojazdów EV jest jednym z pierwszych elementów procesu wdrażania nowej stacji ładowania. Wyodrębnione są dwa rodzaje stacji ładowania pojazdów elektrycznych ze względu na przeznaczenie. Pierwszy z nich to stacje domowe, czyli najwolniejsze, najczęściej stosowane w warunkach domowych, gdzie jest możliwość podłączenia samochodu na całą noc lub na prywatnych parkingach firm, gdzie pracownicy mogą zostawić pojazd na wiele godzin. Druga kategoria to stacje komercyjne, które przeznaczone są do użytku publicznego. Charakteryzują się większą mocą oraz liczbą gniazdek i rozmieszczone są w miejscach o dużym natężeniu ruchu, w których czas ładowania jest istotnym czynnikiem, na przykład, przy autostradach, parkingach czy centrach handlowych. Jak pokazują statystyki, obecnie w Polsce najwięcej punktów ładowania znajduje się obszarze większych miast, takich jak: Warszawa, Gdańsk czy Katowice, do których prowadzą główne drogi krajowe i autostrady. Ranking polskich miast pod względem liczby stacji ładowania przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Ranking polskich miast pod względem liczby stacji ładowania

Źródło: [Licznik..., 2023].

Obecnie preferowanym miejscem ładowania samochodu elektrycznego jest dom właściciela [Barometr..., 2022, s. 37-40]. Około 80% cykli ładowania pojazdów EV odbywa się w miejscu zamieszkania właściciela samochodu. To pokazuje jak ważną rolę ma odpowiednie określenie lokalizacji ogólnodostępnych sieci stacji ładowania. Idealna lokalizacja ogólnodostępnej stacji ładowania z punktu widzenia klienta wiąże się z:

- łatwym dostępem dla dużej liczby obecnych i potencjalnych posiadaczy pojazdów elektrycznych, w tym osób niepełnosprawnych, zgodnie z zasadą uniwersalnego projektowania;
- widocznością dzięki jednoznacznemu oznakowaniu;
- dostosowaniem do potrzeb klientów związanych z założonym czasem ładowania, rodzajem wtyczki, poziomem mocy oraz innymi parametrami;
- możliwością zagospodarowania czasu kierowcom oczekującym na zakończenie procesu ładowania [Stacje..., 2022, s. 6].

Rodzaj i moc zainstalowanej ładowarki dostosowany jest do miejsca, w którym funkcjonuje. Stacje szybkiego ładowania są predysponowane przede wszystkim dla autostrad i dużych węzłów komunikacyjnych, podczas gdy najwolniejsze technologie ładowania mogą być z powodzeniem zastosowane w miejscu zamieszkania

i pracy, gdzie samochody są zaparkowane przez dłuższy czas [Perspektywy..., 2018, s. 24-29]. Hierarchię wyznaczania lokalizacji stacji ładowania przedstawiono na rysunku.



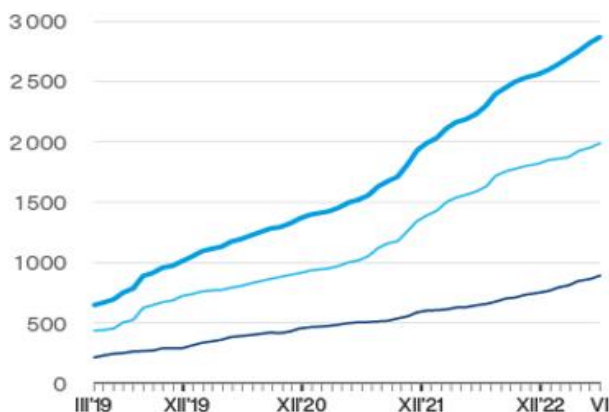
Rys. 4. Piramida hierarchii wyznaczania lokalizacji stacji ładowania

Źródło: [Infrastruktura..., 2017]

Rynek mobilności elektrycznej znajduje się na stosunkowo wczesnym etapie rozwoju. Ze względu na fakt, iż elektromobilność jest na wczesnym etapie rozwoju w Polsce, w porównaniu z punktami tankowania przeznaczonych dla tradycyjnego transportu, stacji ładowania pojazdów elektrycznych jest stosunkowo niewiele. Należy jednak pamiętać, że rozwój sieci ogólnodostępnych stacji ładowania jest fundamentalnym warunkiem rozwoju branży pojazdów elektrycznych. Ograniczony dostęp do punktu zasilania, zwłaszcza w czasie dalekich podróży, jest jedną z głównych obaw potencjalnych nabywców pojazdów elektrycznych, a niski popyt nie pozwala na rozwój tego rozwiązania [Raport..., 2023].

W 2018 r. w Polsce było dostępnych 769 stacji ładowania, a w 2021 roku odnotowano wzrost do około 1600 ogólnodostępnych stacji ładowania. Znaczące zmiany nastąpiły po wprowadzeniu w życie regulacji prawnych dotyczących infrastruktury ładowania. Pod koniec maja 2023 r. w Polsce funkcjonowało już 2836 ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych (5597 punktów). Należy zaznaczyć, iż 31% z nich stanowiły szybkie stacje ładowania prądem stałym (DC), a 69% – wolne ładowarki prądu przemiennego (AC) o mocy mniejszej lub równej 22 kW.

Jedynie w maju uruchomiono 68 nowych, ogólnodostępnych stacji ładowania (157 punktów)[<https://ceo.com.pl/polski-rynek-e-mobility-na-plus-w-i-polowie-2023-r-36562> 12.07.2023]. Zmianę na przestrzeni lat 2019-2023 przedstawiono na rysunku. W I połowie 2023 r. łączna liczba nowo uruchomionych ładowarek wzrosła tylko nieznacznie (o 7% r/r), za to w segmencie stacji szybkich (DC) wzrost był już bardzo wyraźny – wyniósł prawie 150% r/r. Zauważalny jest trend wzrostowy stacji przeznaczonych do ładowania samochodów osobowych, jednak nadal żadna stacja w Polsce nie jest przystosowana do obsługi elektrycznych samochodów ciężarowych.

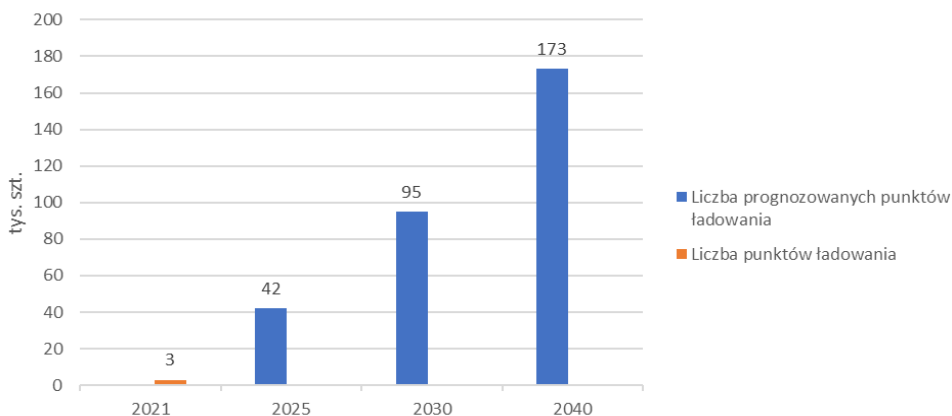


Rys. 5. Wzrost liczby stacji ładowania samochodów elektrycznych na przełomie lat 2019-2022 w Polsce

Źródło: [Licznik..., 2023].

Według prognoz PSPA zapotrzebowanie przyrostu mocy bazowej w polskiej sieci na 2025 r. musi zwiększyć się do poziomu 762,2 MW uwzględniając jedynie pojazdy typu BEV. Wliczając PHEV wartość ta sięgałaby niemal 1200 MW. Zmiana ta związana jest z rozporządzeniem o wdrożeniu infrastruktury paliw alternatywnych (AFIR), przygotowanym przez Komisję Europejskiego w lipcu ubiegłego roku w ramach pakietu dekarbonizacji gospodarki i dążenia do neutralności gospodarczej – "Fit for 55". AFIR określa także kwestie stacji ładowania, narzucając obowiązek uruchomienia 379 stacji ładowania dla pojazdów lekkich dostawczych i ciężkich (obecnie jest 211) w ramach TEN-T, ale o mocy 406 MW w 2025 r. przy

obecnej 19,7 MW w tym samym segmencie [<https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/92968-ladowanie-elektrykow-najwiekszym-wyzwaniem-na-najblizsze-lata>, 12.07.2023].



Rys. 6. Liczba istniejących oraz prognozowanych punktów ładowania samochodów elektrycznych w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Licznik..., 2023].

3. Elektryczne samochody osobowe w Polsce – analiza SWOT

3.1. Metoda badawcza

W celu określeniu możliwości eliminacji pojazdów spalinowych na rzecz samochodów osobowych z napędem elektrycznym na terenie Polski do 2035 roku przeprowadzono analizę SWOT. Analiza SWOT służy do kategoryzacji istotnych czynników warunkujących rozwój wybranego obszaru. Jest to najczęściej wybierane narzędzie planowania strategicznego służące do analizy otoczenia (poprzez identyfikację szans i zagrożeń) oraz sfery wewnętrznej (za pomocą analizy silnych i słabych stron) badanego obiektu:

- Mocnych stron (Strenghts) – czynniki wewnętrzne, pozytywne, czyli walory wprowadzenia samochodów osobowych z napędem elektrycznym na polski rynek, które w pozytywny sposób wyróżniają w otoczeniu konkurencyjnym;
- Słabych stron (Weaknesses) – czynniki wewnętrzne, negatywne, czyli ograniczenia w funkcjonowaniu o charakterze wewnątrzorganizacyjnym;

- Szans (Opportunities) – czynniki zewnętrzne, pozytywne, czyli procesy i zjawiska, która zachodzą dookoła badanego rozwiązania i mogą zostać wykorzystane jako impuls do rozwoju;
- Zagrożeń (Threats) – czynniki zewnętrzne, negatywne, czyli procesy i zjawiska, które będą stanowiły zewnętrzną barierę w rozwoju.

Procedura analizy SWOT opiera się na szczegółowej identyfikacji, a następnie klasyfikacji wszystkich czynników mających wpływ na rozwój badanego elementu. W celu jak najlepszego odzwierciedlenia rzeczywistej sytuacji korzystano z literatury przedmiotu, norm prawnych oraz tematycznych stron internetowych. W ramach badania obecnej sytuacji na rynku analizowano najnowsze raporty dotyczące rejestracji oraz sprzedaży samochodów osobowych z napędem elektrycznym, uwzględniając obszar oraz markę.

3.2. Analiza SWOT

Rozważając całkowite zastąpienie samochodów spalinowych tymi z napędem elektrycznym na rynku polskim, należy rozpatrzyć zalety i wady takiego rozwiązania oraz wziąć pod uwagę możliwości, a także zagrożenia towarzyszące każdemu etapowi procesu wdrożenia. Elementy analizy składają się na cztery kategorie uwarunkowań: polityczne, ekonomiczne, techniczne oraz środowiskowe, świadczące o złożoności tego segmentu. Analizę SWOT zaprezentowano w tabeli 5.

Tab. 5. Analiza SWOT w zakresie eliminacji samochodów spalinowych na rzecz samochodów elektrycznych w Polsce

Mocne strony	Słabe strony
– bezemisyjna eksploatacja pojazdów elektrycznych wpływająca na poprawę jakości powietrza i przeciwdziałanie smogowi, – ograniczenie hałasu, – dostęp do innowacyjnych rozwiązań i technologii, – wysoki komfort jazdy (cichobieżność, przyspieszenie, elastyczność napędu), – niskie koszty eksploatacji, – ograniczenie importu paliw płynnych, – stosowanie innowacyjnych modeli logistyki, – zarządzanie popytem energii elektrycznej	– ograniczony dostęp do punktów ładowania oraz serwisów samochodowych, – wysokie koszty początkowe, – długi czas ładowania, – uboga oferta sprzedaży samochodów elektrycznych, – niewielki zasięg pojazdów z napędem elektrycznym, – niski popyt na samochody elektryczne w Polsce, – zawodność zautomatyzowanego systemu,

	– niski poziom świadomości społeczeństwa dotyczący samochodów elektrycznych, – problemy z utylizacją baterii
Szanse	Zagrożenia
– korzystne regulacje prawne, – proekologiczna świadomość i presja społeczna, – rozwój infrastruktury dla eksploatacji pojazdów z napędem elektrycznym, – dojrzała polityka energetyczna Polski, – dynamiczny rozwój elektromobilności na świecie, – wzrost zasięgu dzięki nowoczesnej technologii, – systemy wsparcia finansowego sprzedaży i sfery B+R, – szybki postęp w zakresie produkcji pojemnych i tanich baterii elektrycznych, – rozwój transportu publicznego opartego na pojazdach z napędem elektrycznym, – rozwój indywidualnych odnawialnych źródeł energii wykorzystywanych do e-pojazdów, – stosowanie dynamicznych taryf sprzedaży energii elektryczne	– nagły wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną, – konieczność poniesienia ewentualnych kosztów na modernizację sieci elektroenergetycznej, – transformacja sektora motoryzacyjnego, – niezadowalający postęp w obniżaniu kosztów i zwiększania pojemności baterii dla e-samochodów, – wzrost cen e-samochodów wraz z wzrostem zapotrzebowania, – niezadowalający rozwój krajowej sfery B+R, – zmniejszenie finansowego wsparcia elektromobilności, – duży wzrost cen energii elektrycznej (niepewne ceny na rynku wtórnym), – duży udział energetyki węglowej uniemożliwiający wykorzystanie walorów ekologicznych elektrycznych napędów, – wprowadzenie niekorzystnych regulacji prawnych

Źródło: opracowanie własne.

3.3. Zalety samochodów osobowych z napędem elektrycznych w Polsce

Zwiększanie udziału samochodów osobowych niskoemisyjnych, takich jak pojazdy elektryczne, przynosi liczne korzyści społeczne, środowiskowe i ekonomiczne. Jednym z głównych aspektów jest obniżenie emisji spalin, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza, zwalczania smogu i ochrony zdrowia społeczności. Takie rozwiązanie służy jednocześnie kierowcom oraz mieszkańcom wybranych

terenów. Wprowadzenie pojazdów elektrycznych redukuje hałas generowany przez ruch drogowy, przyczyniając się do stworzenia bardziej przyjaznego środowiska dla mieszkańców miast. Osoby posiadające domy blisko drogi nie potrzebują bariery dźwiękoszczelnej, co stanowi pewnego rodzaju oszczędność w budżecie miasta, natomiast kierowcy mają wyższy komfort jazdy ze względu na cichą pracę pojazdu, płynne przyspieszenie oraz wiele technologicznych udogodnień. Rozwój elektromobilności napędza innowacje, w tym rozwój zaawansowanych systemów zarządzania energią i infrastruktury ładowania. Oferuje to nowe możliwości dla branży motoryzacyjnej, poprawiając efektywność i wydajność pracy samochodów elektrycznych. Mocną stroną samochodów osobowych z napędem elektrycznym są również niższe koszty eksploatacji w porównaniu do tradycyjnych pojazdów spalinowych. Chociaż koszt zakupu samochodu elektrycznego może być wyższy niż benzynowego lub diesla, to koszty eksploatacji są zazwyczaj niższe. Dodatkowym atutem jest fakt, iż takiego typu pojazdy wymagają mniejszej ilości konserwacji, dzięki małej złożoności konstrukcji silników. Zmniejszone zużycie energii elektrycznej, mniej podatne na zużycie części oraz niższe koszty utrzymania przyczyniają się do oszczędności dla użytkowników pojazdów elektrycznych. Ponadto, zwiększenie udziału samochodów elektrycznych przyczynia się do ograniczenia importu paliw płynnych, zwiększając niezależność energetyczną oraz bezpieczeństwo państwa. Oczywiście istnieją również wyzwania związane z rozwojem motoryzacji elektrycznej, jednak przekształcenie floty samochodów w Polsce na bardziej ekologiczną, zrównoważoną opcję jest kluczowym elementem walki z problemem zmian klimatu i poprawy jakości życia w miastach.

3.4. Wady samochodów osobowych z napędem elektrycznych w Polsce

Mimo wielu mocnych stron samochodów osobowych z napędem elektrycznym, wdrożenie takiego rozwiązania w Polsce ma również swoje wady. Pierwszą z nich jest niski poziom rozwinięcia infrastruktury ładowania. Brak wystarczającej infrastruktury ładowania jest jedną z głównych barier dla użytkowników samochodów elektrycznych. Nieodpowiednia liczba publicznych stacji ładowania oraz ich nierównomierne rozmieszczenie utrudnia korzystanie z tych pojazdów, zwłaszcza w obszarach o mniejszej gęstości zaludnienia lub dalekich trasach. Związaną z tym kwestią jest zasięg takiego pojazdu. Wciąż zauważalny jest ograniczony zasięg pojazdów elektrycznych w porównaniu z tradycyjnymi samochodami spalinowymi. Chociaż technologia akumulatorów stale się rozwija, samochody elektryczne mogą nie być idealnym wyborem dla osób, które często podróżują na długie dystanse.

Wiele osób obawia się braku dostępu do ładowania w sytuacji, gdy ich pojazd wy-
czerpie zasilanie podczas podróży. Kolejnym elementem wzbudzającym niepokój
potencjalnych konsumentów jest zawodność zautomatyzowanego systemu. Niektóre
zautomatyzowane systemy w samochodach elektrycznych mogą być podatne na
usterki co niekorzystnie wpływa na zaufanie konsumentów do tej technologii. Innym
negatywnym aspektem funkcjonowania samochodów elektrycznych w Polsce jest
długi czas ładowania akumulatorów. W przypadku korzystania z niskobudżetowych
ładowarek, czas ładowania może być znacznie dłuższy niż tankowanie tradycyjnego
pojazdu. Ma to bezpośredni wpływ na wygodę i elastyczność użytkowania samo-
chodów elektrycznych. Następną wadą tego rodzaju aut jest wysoki koszt począt-
kowy. Samochody elektryczne często są droższe niż tradycyjne pojazdy z silnikami
spalinowymi. Wysoki koszt baterii, która jest jednym z najdroższych elementów sa-
mochodów elektrycznych, stanowi jedną z głównych przeszkód dla potencjalnych
nabywców. Wczesny etap rozwoju tej gałęzi branży automotive widać między in-
nymi na podstawie ubogiej oferty sprzedażowej. W niektórych regionach oferta sa-
mochodów elektrycznych i może być ograniczona lub wiązać się z długim okre-
sem oczekiwania na produkt. Możliwe, że właśnie te dwa czynniki znacząco wpły-
wają na niski popyt. Taki stan rzeczy może prowadzić do mniejszej dostępności
i mniejszego zainteresowania inwestorów oraz producentów samochodów elek-
trycznych. W kontekście uwarunkowań ekologicznych jednym z największych za-
rzutów wobec aut elektrycznych jest problem z ekologiczną utylizacją baterii. Poja-
wiają się obawy odnośnie materiałów wykorzystywanych w akumulatorach, które
mogą okazać się negatywne dla środowiska naturalnego. W celu osiągnięcia oczę-
kiwanego rezultatu konieczne jest opracowanie skutecznych metod recyklingu i za-
rządzania odpadami akumulatorowymi.

3.5. Szanse rozwoju elektromobilności w Polsce

Istnieje wiele czynników sprzyjających eliminacji samochodów spalinowych na
rzecz samochodów osobowych z napędem elektrycznym w Polsce. Polityka rządu
w zakresie transportu i ochrony środowiska, rozwój infrastruktury ładowania, poli-
tyka energetyczna, wsparcie finansowe, postęp technologiczny i rozwój transportu
zrównoważonego to kluczowe aspekty, które mogą przyczynić się do sukcesu elek-
tromobilności w kraju. Korzystne regulacje prawne, takie jak ulgi podatkowe, zwol-
nienia z opłat czy preferencyjne stawki dla właścicieli pojazdów elektrycznych,
tworzą sprzyjające warunki dla rozwoju elektromobilności. Dodatkowo, wzrost pro-
ekologicznej świadomości społecznej i presja społeczna sprzyjają adaptacji samo-
chodów elektrycznych. Programy edukacyjne mogą jeszcze bardziej zwiększyć

świadomość społeczeństwa na temat korzyści płynących z wykorzystania takiej technologii. Kolejnym kluczowym dla osiągnięcia sukcesu samochodów elektrycznych aspektem jest rozwój infrastruktury ładowania. Inwestycje w stacje szybkiego ładowania na drogach krajowych oraz autostradach przyczyniają się do zwiększenia dostępności ładowania dla samochodów elektrycznych. Zapewnienie odpowiedniej liczby ładowarek w strategicznych lokalizacjach, zarówno w miastach, jak i na trasach międzymiastowych, może zwiększyć atrakcyjność pojazdów elektrycznych dla konsumentów. Ważną rolę w kontekście samochodów elektrycznych odgrywa także polityka energetyczna Polski, szczególnie poprzez inwestycje w infrastrukturę energetyczną i promowanie odnawialnych źródeł energii. Zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w polskim sektorze energetycznym może sprawić, że eksploatacja samochodów elektrycznych stanie się bardziej ekologiczna i obniżyć emisję gazów cieplarnianych. Następną szansą na rozwój tego segmentu branży automotive jest wzrost zasięgu samochodów elektrycznych. Dzięki ciągłym pracom nad wytrzymałością baterii, eliminowane są ograniczenia związane z zasięgiem aut elektrycznych, co jednocześnie umożliwia pokonywanie długich tras. Dalszy rozwój technologii akumulatorów, który wpłynie na zwiększenie pojemności baterii, skrócenie czasu ładowania i obniżenie kosztów, może przyczynić się do większej popularności pojazdów elektrycznych. Rozwój transportu publicznego opartego na pojazdach elektrycznych, takich jak taksówki lub pojazdy dostawcze, reklamuje wykorzystanie tego typu aut, obniża poziom emisji i zwiększa zastosowanie elektromobilności w transporcie publicznym. Następnym rozwiązaniem sprzyjającym rozwojowi tego segmentu jest stosowanie dynamicznych taryf sprzedaży energii elektrycznej, które uwzględniają różnice w zapotrzebowaniu i cenie energii w ciągu dnia. Zachęca to do ładowania samochodów elektrycznych w okresach o niższym zapotrzebowaniu, co przyczynia się do optymalnego wykorzystania sieci energetycznej. Obecnie w Polsce podejmowane są zdecydowane działania mające na celu wspieranie elektromobilności, jednak tempo pełnego wdrożenia samochodów elektrycznych zależy od skoordynowanych działań różnych interesariuszy, w tym rządu, producentów, dostawców energii, a także świadomości i gotowości społeczeństwa do akceptacji tej technologii. Pełne wdrożenie może zająć czas, ale stopniowo, dzięki podejmowanym działaniom, szanse na to stają się coraz większe.

3.6. Bariery rozwoju elektromobilności w Polsce

Zwiększenie udziału samochodów osobowych niskoemisyjnych, takich jak pojazdy elektryczne, w ogólnej liczbie pojazdów poruszających się po ulicach, ma swoje wyzwania i potencjalne zagrożenia. Należy pamiętać, iż wraz ze wzrostem

liczby samochodów elektrycznych rośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną. Aby sprostać temu zapotrzebowaniu, niezbędne jest zwiększenie produkcji energii elektrycznej, co prowadzi do wzrostu kosztów jej wytwarzania. Producentom i dystrybutorom energii może zależeć na podniesieniu cen dla konsumentów w celu pokrycia dodatkowych kosztów. Kolejnym zagrożeniem jest zmienność cen samochodów elektrycznych. Niedopracowane regulacje prawne nie są w stanie zapewnić stałych opłat, przez co użytkownik samochodu z napędem elektrycznym poniesie straty wiążące się z dopłatą do nowego pojazdu oraz nadpłatą za korzystanie ze stacji ładowania maszyn zeroemisyjnych. Obecnie są one często droższe niż tradycyjne pojazdy spalinowe. W sytuacji gdy wzrośnie popyt na samochody elektryczne, producenci mogą podnieść ceny zakupu. To stanowi znaczącą barierę dla potencjalnych nabywców, ponieważ nie każdy może sobie pozwolić na taką inwestycję. Następną potencjalną barierą jest ograniczenie wsparcia finansowego dla posiadaczy pojazdów elektrycznych. Odebranie nadanych wcześniej korzyści może zniechęcić kierowców do inwestowania w tego rodzaju rozwiązanie. Warto również zwrócić uwagę na zrównoważony charakter elektromobilności. Jeśli wzrost odnawialnych źródeł energii nie będzie proporcjonalny do rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną, nie zostaną osiągnięte możliwe korzyści ekologiczne. W przypadku, gdy nadal dominować będzie energetyka węglowa, ekologiczne zalety elektrycznych napędów nie zostaną w pełni wykorzystane. Kolejnym aspektem jest infrastruktura ładowania. W miarę wzrostu liczby samochodów elektrycznych konieczna będzie rozbudowa i modernizacja stacji ładowania. To może generować dodatkowe koszty dla operatorów sieci elektroenergetycznych, co może stanowić poważną barierę we wdrażaniu nowych punktów dostosowanych do potrzeb samochodów elektrycznych. Aby osiągnąć zrównoważoną elektromobilność i konieczne jest podjęcie działań na poziomie politycznym, technologicznym i społecznym. Rządy mogą wprowadzać odpowiednie regulacje i zachęty finansowe, które promują rozwój samochodów elektrycznych oraz inwestycje w odnawialne źródła energii. Równocześnie, rozwój infrastruktury ładowania musi być wspierany, aby umożliwić wygodne i łatwe ładowanie samochodów elektrycznych. W rezultacie, elektryczna mobilność może przynieść długoterminowe korzyści zarówno dla środowiska, jak i dla społeczności.

Podsumowanie

Elektromobilność staje się kluczowym elementem transformacji branży motoryzacyjnej w kierunku bardziej zrównoważonej i ekologicznej wizji transportu. Jed-

nym z jej elementów są samochody z napędem elektrycznym, które stanowią innowacyjne i proekologiczne rozwiązanie, zdobywające coraz większą popularność na polskim rynku. Rynek samochodów elektrycznych w Polsce jest wciąż rozwijającym się segmentem, który zyskuje na znaczeniu z każdym rokiem. Choć jeszcze nie dorównuje wielkością rynkom tradycyjnych pojazdów spalinowych, to obserwuje się wyraźny wzrost sprzedaży oraz rozwój infrastruktury wspierającej elektromobilność. Opracowana analiza SWOT wskazuje, że ta gałąź transportu dopiero stawia swoje pierwsze kroki, ale ma wiele do zaoferowania dla potencjalnych konsumentów. Dynamiczny rozwój tej branży zachęca do podejmowania zdecydowanych działań, aby ostatecznie osiągnąć efekt synergii z nową wizją transportu, bardziej zrównoważoną i niskoemisyjną. W celu osiągnięcia takiego rezultatu należy zadbać o jednoczesny rozwój na płaszczyźnie politycznoprawnej, gospodarczej, społecznej oraz środowiskowej. Samochody elektryczne mają wiele zalet zarówno ekologicznych jak i społecznych, a także ekonomicznych. Tego typu pojazdy gwarantują minimalizację emisji spalin, kosztów eksploatacji, ale także podnoszą komfort życia mieszkańców obszarów miejskich oraz samych kierowców. Takie rozwiązanie posiada również pewne wady, jednak w analizie przedstawiono rozwiązania niwelujące ich liczbę i znaczenie. Słabą stroną takiego rozwiązania jest między innymi słabo rozwinięta infrastruktura ładowania, mały zasięg pojazdów elektrycznych czy koszty początkowe. Warto zaznaczyć, że ze względu na proekologiczną politykę Unii Europejskiej, Polska podejmuje działania mające na celu spełnić wszelkie wymagania dotyczące elektromobilności i paliw alternatywnych. Wynikiem tego są ciągle prace nad rozbudową stacji ładowania w Polsce, co ma podnieść komfort kierowców oraz zachęcić do zakupu pojazdu z napędem elektrycznym. Inną kwestią jest rozwój technologii, który skupia się na wydłużeniu pracy baterii, dzięki czemu możliwa jest zmiana zasięgu samochodu elektrycznego. Omawiając najczęściej powtarzaną obawą jaką są koszty zakupu tego typu pojazdu, należy wspomnieć o dopłatach oraz dodatkowych korzyściach, które otrzymują posiadacze aut elektrycznych takich jak możliwość poruszania się pojazdów elektrycznych po buspasach, dodatkowe miejsca parkingowe czy podwyższenie stawek odpisów amortyzacyjnych. Mimo, iż widoczny jest stały wzrost zainteresowania takim rozwiązaniem i podejmowane są zdecydowane działania ukierunkowane na zdobywanie kolejnych zwolenników, nadal istnieje wiele barier, które uniemożliwiają w pełni wdrożenie samochodów elektrycznych na polskim rynku. Głównymi zagrożeniami wprowadzenia takiej zmiany jest niedostosowane prawo regulujące możliwości i wymagania związane z tego rodzaju pojazdami, niewystarczająco rozbudowana infrastruktura ładowania oraz brak edukacji społecznej w tej dziedzinie. W celu osiągnięcia oczekiwanych efektów jakimi jest transport zrównoważony i niskoemisyjny należy stale

poszukiwać innowacyjnych rozwiązań usprawniających działanie systemu elektromobilności, pracować nad nowymi sposobami pozyskiwania energii oraz edukować społeczeństwo na temat możliwości związanych z wykorzystaniem samochodów z napędem elektrycznym. Należy jednak pamiętać, że fundamentem ciągłego rozwoju tego segmentu branży transportowej jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury ładowania oraz związanego z tym systemem wsparcia finansowego oraz pozostałym regulacji prawnych.

ORCID iD

Danuta Szpilko: <https://orcid.org/0000-0002-2866-8059>

Literatura

1. Barometr Nowej Mobilności 2022/23 Raport (2022), Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych. Warszawa.
2. Brach J. (2019), *Obecne zmiany na europejskim rynku pojazdów samochodowych do przewożenia ładunków - analiza z perspektywy strony podaźowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
3. Brzeszczak A., Imiołczyk J., Czuma-Imiołczyk L. (2018), *Zrównoważony transport publiczny – społeczna ocena transportu zbiorowego w Częstochowie*, Uniwersytet Opolski.
4. Chłopek Z. (2012), *Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny*, Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie.
5. Chról K. (2022), *Regulacyjne propozycje przyszłości systemu handlu emisjami w Unii Europejskiej*, Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis, 11 (2), s. 47-61.
6. Deloitte (2023), *Global Automotive Consumer Study Najważniejsze wnioski: POLSKA*, <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/zarzadzania-procesami-i-strategiczne/articles/Raport-2023-Global-Automotive-Consumer-Study.html>
7. Dereń K., Owczarek W. (2021), *Elektromobilność w Europie – perspektywy jej wdrożenia w Polsce*, Organizacja i Zarządzanie, 84, s. 19-30.
8. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz.U.UE.L.2014.307.1).
9. Dziubak S. D. (2021), *Zanieczyszczenia powietrza wlotowego silników spalinowych pojazdów mechanicznych*, Biuletyn WAT, LXX (2), s. 35-72.

10. Elektromobilność w Polsce inwencje, trendy, zatrudnienie, raport (2021), Polska Agencja Inwestycji i Handlu Grupa PER.
11. Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (2019), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu Sp. z o.o., Wydanie I, Warszawa.
12. Godlewska I., Szpilko D. (2020), *Carsharing – nowoczesna forma współdzielonego transportu w smart city*, Akademia Zarządzania, 4(4), s. 130-147.
13. Hensher D. A. (2020), *Electric cars – they may in time increase car use without effective road pricing reform and risk lifecycle carbon emission increases*, Transport Reviews, 40(3), s. 265-266.
14. Hoppe J., Patt A., Tröndle T. (2023), *Public support for phasing out carbon-intensive technologies: the end of the road for conventional cars in Germany?*, Climate Policy, 23(5), s. 1-16.
15. *JATO Dynamics New Car Registrations Europe – 27* (2023), JATO European Car Registrations March.
16. Julsrud T. E., Standa K. (2023), *Developing B2B electric car sharing as a sustainable mode of work travels. A community-based affordances perspective*, International Journal of Sustainable Transportation, 17(2), 1-12.
17. Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (2017), Ministerstwo Energii, Warszawa.
18. Kryk B. (2003), *Ekorozwój jako przyjęta koncepcja rozwoju społeczno-ekonomicznego a inwestycje ekologiczne*, Problemy mikroekonomii menedżerskiej, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Prace Katedry Mikroekonomii, 8, s. 5-16.
19. Kurzempa A. (2018), *Efektywność transportu*, Autobusy, 6, s. 894-897.
20. Kutwa K., Maj M. (2022), *Wpływ pakietu Fit for 55 na przemysł motoryzacyjny w Grupie Wyszehradzkiej*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.
21. Kuźma J., Połom M., Żukowska S. (2022), *Rozwój Mobilności Współdzielonej W Polsce Na Tle Tendencji Europejskich*, Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 25(1), s. 7-22.
22. Liao F., Correia G. (2022), *Electric carsharing and micromobility: A literature review on their usage pattern, demand, and potential impacts*, International Journal of Sustainable Transportation, 16(3), s. 269-286.
23. *Licznik Elektromobilności* (2023), Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Warszawa.
24. Ładowanie „elektryków” największym wyzwaniem na najbliższe lata, <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/92968-ladowanie-elektrykow-najwiekszym-wyzwaniem-na-najblizsze-lata>
25. Łosiewicz Z., Sendek-Matysiak E. (2018), *Rozwój elektromobilności – w aspekcie eksploatacji samochodów z napędem elektrycznym*, Autobusy 12, s. 126-128.

26. Małek A. (2021), *Napędy pojazdów elektrycznych i hybrydowych*, Kompetencje, Wiedza, Innowacje – Zintegrowany Program Rozwoju WSEI w Lublinie – Etap II Tom 2.
27. Miłaszewicz B., Rut J. (2014), *Zrównoważony rozwój transportu miejskiego - szanse i ograniczenia*, Logistyka, 6, s. 7501-7507.
28. Moćko W., Wojciechowski A., Ornowski M. (2011), *Perspektywy rozwoju rynku samochodów elektrycznych w najbliższych latach*, Wydawnictwo ITS.
29. *New passenger car registrations in the EU* (2023), ACEA Driving Mobility For Europe.
30. OECD (2004), *Assessment & decision making for sustainable transport*, European Conference of Ministers of Transport.
31. Pawłowski M. (2019), *Finansowanie transportu zrównoważonego na rynku obligacji*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 382, s. 160-169.
32. *Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce Raport* (2018), Grupa CDE, <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/4514-perspektywy-rozwoju-elektromobilnosci-w-polsce-raport-2018.pdf>
33. Piórkowska P., Szpilko D. (2019), *Komunikacja miejska jako element systemu transportowego miasta Białystok – wyniki badań*, Akademia Zarządzania, 3(2), s. 103-122.
34. *Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia dla przyszłości”* (2017), Ministerstwo Energii, Warszawa.
35. *Polish EV Outlook* (2019), Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Frost & Sullivan, Warszawa.
36. *Polski rynek e-mobility na plus w I połowie 2023 r.*, <https://ceo.com.pl/polski-rynek-e-mobility-na-plus-w-i-polowie-2023-r-36562>
37. PSPA (2022), *Elektromobilność: Czy to jedyna droga?*, Warszawa.
38. PSPA (2022), *Rok 2022 w polskiej elektromobilności*, Warszawa.
39. Rąbiega W., Gorzałczyński A., Pyrka M., Jeszke R., Tobiasz I., Mzyk P. (2022), *Polska Net-Zero 2050 Rola Transportu Publicznego W Świetle Pakietu „Fit For 55” I Perspektywy Roku 2050*, Centrum Analiz klimatyczno-energetycznych, Warszawa.
40. Sitek M. (2023), *Unijna polityka ochrony środowiska w perspektywie kryzysu energetycznego, politycznego i społecznego*, Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide de Gasperi w Józefowie.
41. *Stacje i punkty ładowania pojazdów elektrycznych. Przewodnik UDT dla operatorów i użytkowników - zalecane praktyki* (2022), Urząd Dozoru Technicznego.
42. Stawski P., Ziąja E. (2016), *Hybrydowe układy zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych*, Energetyka, 12, 757-762.
43. Śliwka M., Łyko P., Pomykała R. (2015), *Aspekty ekonomiczne i ekologiczne wybranych alternatywnych źródeł zasilania samochodów osobowych*, Logistyka, 4 (CD 3), s. 9865-9870.

44. Szpilko D., Ejdys J. (2022), *European Green Deal — research directions. A systematic literature Review*, *Ekonomia i Środowisko*, 81, s. 8-38.
45. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018, poz. 317, z późn. zm.).
46. Ustawa z dnia 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym (Dz. U. 2009, Nr 3 poz. 11, z późn. zm.).
47. Wawrzosek J. (2006), *Modelowanie okresów zróżnicowania oraz okresów stabilizacji w procesie spalania w silniku spalinowym*, *Inżynieria Rolnicza* 6(81), s. 357-366.
48. Wojtynek A. (2019), *Elektromobilność w kontekście rozwoju technologii produkcji i przetwarzania materiałów*, SO RIS Sieć Obserwatoriów, Katowice.
49. Zawieska J. (2019) *Rozwój rynku elektromobilności w Polsce*, [w:] Gajewski J., Pa-procki W., Pieriegud J. (red.), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu, Warszawa, s. 10-34.
50. Zielińska D. Z. (2018), *Problemy Rozwoju Elektromobilności w Polsce*, *Europa Regionum*, 35, s. 63-78.

Prospects for development of the electric passenger car market in Poland

Abstract

Electromobility is currently one of the most rapidly growing industries and one of the main factors shaping the modern transportation system. This trend is noticeable primarily in the automotive industry. Electrification of the transport sector is a very important element in the creation of a zero-emission transport system, and the development of sustainable transport and environmental protection are one of the priorities of the transport policy of Poland and the European Union. The abandonment of combustion-powered passenger cars in favor of electric propulsion requires the integration of the three infrastructure sectors (transport, energy and ICT), but also taking into account broader changes in the legal and social environment. Fundamental factors governing the growth of public interest in electric vehicles are also technological advances, the adaptation of charging infrastructure to the real needs of drivers in the urban area as well as on national routes, and ongoing research into further avenues for obtaining electricity. The expected effect of perfecting the aforementioned elements is to encourage drivers to abandon internal combustion cars and use electric cars, which is associated with lower operating costs and improved convenience of use. Despite the noticeable trend, it should be borne in mind that the electric vehicle market is only at the beginning of its journey, so the basis is the continued development of vehicle

design and expansion of the areas of their application, as well as promotional activities and expanding knowledge on the subject.

Key words

electric passenger car, electromobility, sustainable transport, low-emission transport, charging infrastructure