

pod redakcją naukową
Jerzego Gajewskiego, Wojciecha Paprockiego i Jany Pieriegud

Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych



Publikacja
Europejskiego
Kongresu
Finansowego

Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych

Pod redakcją naukową Jerzego Gajewskiego,
Wojciecha Paprockiego i Jany Pieriegud



Recenzenci: prof. dr hab. Maciej Szymczak, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
dr hab. inż. Marcin Ślęzak, prof. Instytutu Transportu Samochodowego

© Copyright do wydania polskiego CeDeWu Sp. z o.o.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Zabronione jest kopiowanie, przetwarzanie i rozpowszechnianie w jakimkolwiek celu oraz postaci bez pisemnej zgody Autorów i Wydawcy.

Wydawnictwo CeDeWu oraz Centrum Myśli Strategicznych i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby treści zawarte w niniejszej publikacji były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak odpowiedzialności za ich wykorzystanie ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw autorskich oraz za skutki działań wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Zdjęcie na okładce udostępnione dzięki: 1183481182 Shutterstock

Projekt okładki: Stanisław Ciechanowski

Korekta: Marlena Dobrowolska

DTP: Ewa Nowaczyk

Wydanie I, Warszawa 2019

ISBN 978-83-8102-301-6

EAN 9788381023016

Wydawca:

CeDeWu Sp. z o.o.

00-680 Warszawa, ul. Żurawia 47/49

e-mail: cedewu@cedewu.pl

Redakcja wydawnictwa: (48 22) 374 90 20 lub 22

Współwydawca:

Centrum Myśli Strategicznych

ul. Powstańców Warszawy 19

81-718 Sopot

ISBN 978-83-954392-1-9

Księgarnia Ekonomiczna

00-680 Warszawa, ul. Żurawia 47

Tel.: (48 22) 396 15 00... 01

Księgarnia Internetowa

www.cedewu.pl

Spis treści

Jerzy Gajewski, Wojciech Paprocki, Jana Pieriegud: Wprowadzenie	5
--	---

Część I

Jakub Zawieska: Rozwój rynku elektromobilności w Polsce

Wprowadzenie	9
1. Dokumenty strategiczne dotyczące rozwoju systemu elektromobilności w Polsce	10
2. Rynek pojazdów elektrycznych w Polsce według stanu na koniec 2018 roku	13
2.1. Kategorie pojazdów wykorzystujących napęd elektryczny	13
2.2. Sprzedaż pojazdów elektrycznych	14
2.3. Współdzielona mobilność na żądanie	18
2.4. Elektryfikacja transportu publicznego	19
3. Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych	21
3.1. Rodzaje i standardy stacji ładowania	21
3.2. Założenia zawarte w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych	23
3.3. Modele służące określeniu optymalnej lokalizacji punktów ładowania	24
3.4. Liczba dostępnych punktów ładowania	26
4. Szacowanie wpływu rozbudowy infrastruktury ładowania na system energetyczny	29
Podsumowanie	32
Bibliografia	34

Część II

Jana Pieriegud: Rozwój rynku elektromobilności w krajach ościennych Polski

Wprowadzenie	39
1. Niemcy	40
1.1. Samochody osobowe	40
1.2. Ramy prawne i instrumenty wsparcia elektromobilności	43
1.3. Współdzielona mobilność na żądanie	44
1.4. Stacje ładowania	45
1.5. Autobusy elektryczne	47
2. Czechy	47
2.1. Samochody osobowe	47
2.2. Współdzielona mobilność na żądanie	48
2.3. Stacje ładowania	49
2.4. Autobusy elektryczne	50

3. Słowacja	50
3.1. Samochody osobowe	50
3.2. Stacje ładowania	50
3.3. Autobusy elektryczne	51
4. Litwa	51
4.1. Samochody osobowe	51
4.2. Stacje ładowania	52
4.3. Autobusy elektryczne	53
5. Ukraina	53
5.1. Samochody osobowe	53
5.2. Ramy prawne i instrumenty wsparcia elektromobilności	53
5.3. Stacje ładowania	54
5.4. Elektryfikacja transportu publicznego	56
6. Białoruś	56
6.1. Samochody osobowe	56
6.2. Stacje ładowania	57
6.3. Autobusy elektryczne	58
Podsumowanie	59
Bibliografia	63

Część III

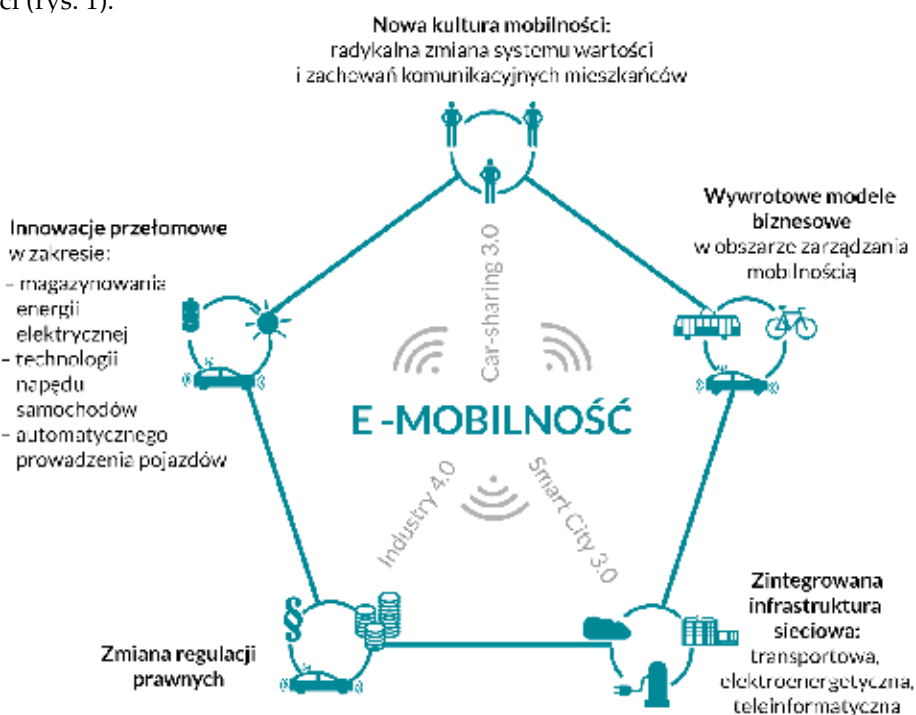
Wojciech Paprocki: Elektromobilność: program wieloletni czy koncepcja utopijna?

Wprowadzenie	67
1. Rozszerzona koncepcja elektromobilności	71
2. Planowanie w analogowej gospodarce rynkowej Europy Zachodniej, pierwsze protesty społeczne i początki definiowania i wdrażania polityk tematycznych	73
3. Efekty trzech dekad rozwoju ChRL	75
4. Elon Musk i jego naśladowcy oraz oponenci	80
5. Zwiastuny ery cyber-fizycznego świata	86
6. Współczesne wyzwanie: jak rozpoznać istotę zmian klimatycznych i znaleźć metody ich powstrzymania	89
7. Hybrydowy system energetyczny jako środowisko mobilności	91
8. Brakujące ogniwo – tanie baterie o małej masie własnej i o dużym potencjale	94
9. Protest społeczny i publiczny plan rozwoju elektromobilności w globalnej gospodarce cyfrowej	96
Bibliografia	100

Wprowadzenie

Przekazujemy w ręce Czytelników szóstą monografię dedykowaną aktualnym aspektom rozwoju sektorów infrastrukturalnych, wydaną w ramach serii „Publikacje Europejskiego Kongresu Finansowego”. Tegoroczne opracowanie zawiera wyniki badań poświęconych aktualnym tendencjom, perspektywom i barierom rozwoju elektromobilności, które zostały przeprowadzone przez zespół z nowo powstałej Katedry Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością w Instytucie Infrastruktury, Transportu i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.

Publikacja jest kontynuacją rozważań przedstawionych w 2017 roku w monografii „E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju”. W 2018 roku Senat RP przyjął ustawę o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Odebyły się liczne konferencje i spotkania poświęcone różnorodnym aspektom rozwoju elektromobilności w Polsce. Zamiarzeniem autorów było przeanalizowanie postępów w zakresie pięciu obszarów, które uznano za istotne z punktu widzenia upowszechnienia koncepcji elektromobilności (rys. 1).



Rys. 1. „Złoty” pięciokąt upowszechnienia koncepcji e-mobilności

Źródło: J. Pieriegud, *E-mobilność jako koncepcja rozwoju sektorów infrastrukturalnych*, w: J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), w: *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017, s. 17, <https://www.efcongress.com/sites/default/files/e-mobilnosc.pdf>.

Elektromobilność ma kluczowe znaczenie dla przyszłości rozwoju systemów gospodarczych – zarówno w skali globalnej i europejskiej, jak i kraju. 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. Zaprezentowane w trzech częściach opracowania autorskie odnoszą się do tych zagadnień.

Autor pierwszej części monografii, Jakub Zawieska, przedstawia analizę najważniejszych elementów składowych systemu elektromobilności w Polsce, ze szczególnym naciskiem na zmiany, które zaszły w latach 2017–2018. Omówione zostały zmiany legislacyjne oraz podstawowe trendy na rynku pojazdów elektrycznych w Polsce. Kolejna część opracowania została poświęcona infrastrukturze ładowania pojazdów elektrycznych w kontekście wytycznych i metodyki określania lokalizacji punktów ładowania pojazdów elektrycznych oraz szacunków dotyczących zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną związanego z elektromobilnością w Polsce.

W drugiej części monografii, autorstwa Jany Pieriegud, przeanalizowano poziom rozwoju rynku elektromobilności (pojazdy, współdzielona mobilność na żądanie, dostępne instrumenty wsparcia, stacje ładowania, elektryfikacja publicznego transportu zbiorowego) w sześciu krajach ościennych Polski – Niemczech, Czechach, Słowacji, Litwie, Białorusi i Ukrainie, a następnie porównano go z polskim rynkiem. Wybrane do analizy kraje różnią się ze względu na ich przynależność geograficzną, historyczną i kulturową, liczbę ludności, poziom rozwoju gospodarczego oraz tzw. wskaźnik motoryzacji (liczba samochodów osobowych przypadających na jednego mieszkańca). Analiza porównawcza uwidoczniła również istotne różnice zarówno w tempie, jak i zakresie rozwoju rynków elektromobilności w tych krajach.

W centrum zainteresowania ostatniej części, przygotowanej przez Wojciecha Paprockiego, znalazła się rozszerzona koncepcja elektromobilności w ujęciu globalnym, która obejmuje wiele czynników oddziałujących na sposób wytwarzania dóbr rzeczowych, w tym samochodów osobowych, oraz usług, w tym usług wykorzystywanych do zaspokojenia potrzeb mobilności. Podstawowym z tych czynników jest znaczne obniżenie kosztów wytwarzania baterii, aby zakup i eksploatacja samochodów elektrycznych mogły być tańsze niż zakup i eksploatacja popularnych samochodów spalinowych. Rozważania obejmują wpływ rozwoju technologii cyfrowych, polityk tematycznych (klimatycznej, ekologicznej i energetycznej), a także zachowania interesariuszy na zakres koncepcji elektromobilności i przebieg procesu wdrażania tej koncepcji. Uwzględnione jest znaczenie zmiany wzorca konsumpcji w skali globalnej pod wpływem rosnącej świadomości społeczności całego świata, że człowiek powinien dążyć do ograniczenia zużycia wyczerpywalnych zasobów oraz redukcji obciążenia środowiska naturalnego, w tym dzięki redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Electromobility in Poland vis-à-vis the European and global trends

Introduction

This book is dedicated to current trends, perspectives and barriers to the development of electromobility and is published within the 'Publications of the European Financial Congress' series. It presents the results of research by the newly established Department of Infrastructure and Mobility Studies at the Institute of Infrastructure, Transport and Mobility of the SGH Warsaw School of Economics.

The publication follows up on the presented in the 2017 monograph 'E-mobility: visions and development scenarios'. In 2018, the Senate of the Republic of Poland adopted the Act on Electromobility and Alternative Fuels. There were also numerous conferences and meetings devoted to various aspects of the development of electromobility in Poland. The authors' intention was to analyze the progress of the areas important for the development of the concept of electromobility on both global and European scales, as well as domestically. Therefore, it requires not only disruptive technological innovations, convergence of the three network industries (transport, energy and ICT) and new business models in mobility management, but also a wider perspective into the changes taking place in the legal and social environment.

The book consists of three chapters. The first chapter presents an analysis of the most important elements of the electromobility system in Poland, including the legal changes and trends on the electric vehicle market between 2017-2018. Also, infrastructure for charging electric vehicles in the context of guidelines and methodology for determining the location of charging points as well as estimations of increased demand for electricity related to electromobility in Poland are presented.

Chapter two lays out the level of development of the electromobility market (vehicles, shared mobility on demand, available financial incentives, charging stations, electrification of urban transport) in six neighboring countries of Poland – Germany, the Czech Republic, Slovakia, Lithuania, Belarus and Ukraine as compared with the Polish market.

The focus of the last chapter is the broad concept of electromobility in a global perspective, which includes a range of factors affecting the manufacturing of goods, including passenger cars, and services, including services used to meet the mobility needs. One fundamental factor is a significant reduction in the cost of producing batteries so that the purchase and operation of electric cars could be cheaper than the purchase and operation of popular internal combustion cars. The considerations include the impact of the development of digital technologies, climate, ecological and energy policies, as well as the behavior of stakeholders on the scope of the concept of electromobility and the process of implementing this concept.



Dr Jakub Zawieska

Doktor nauk ekonomicznych, adiunkt w Instytucie Infrastruktury, Transportu i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Zajmuje się problematyką zrównoważonej i cyfrowej mobilności, ekonomiki transportu, aspektami implementacji i kreowania polityki transportowej, elektryfikacją sektora transportu, a także koncepcją inteligentnych miast. W latach 2012–2013 przebywał na stypendium naukowym Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) w Lisbon School of Economics and Management (ISEG) oraz Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) w Lizbonie, gdzie zdobywał wiedzę i doświadczenie w zakresie teoretycznych i metodologicznych aspektów polityki transportowej i ekonomiki transportu, m.in. w zakresie internalizacji środowiskowych zewnętrznych kosztów w sektorze transportu.

Rozwój rynku elektromobilności w Polsce

Wprowadzenie

Elektromobilność to jeden z głównych czynników kształtujących współczesny system transportowy. Statystyki wyraźnie wskazują rosnącą rolę tego procesu – w 2018 roku na całym świecie na drogach jeździło ponad 3 mln pojazdów elektrycznych, z czego około 30% zostało sprzedanych w 2017 roku¹. Proces e-mobilności ma także istotny wpływ na funkcjonowanie globalnej gospodarki i wpisuje się w paradygmat dywersyfikacji źródeł energii oraz zmniejszania zależności od ropy naftowej. Powyższe trendy są także widoczne na rynku motoryzacyjnym – według dostępnych szacunków tylko w ciągu najbliższych dwóch lat sprzedaż elektrycznych samochodów osobowych zwiększy się czterokrotnie do poziomu 4,5 mln sztuk, czyli 5% całego rynku². Beneficjentami rozwoju elektromobilności są również firmy energetyczne oraz podmioty gospodarcze zajmujące się innowacyjnymi technologiami, m.in. ICT, a także aspektami magazynowania energii i produkcji baterii. Większość pojazdów w pełni autonomicznych, stanowiących radykalną (ang. *disruptive*) zmianę w funkcjonowaniu sektora transportu i mobilności ludzi, będą stanowiły samochody z napędem elektrycznym.

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. Celem poniższego rozdziału jest analiza najważniejszych elementów składowych procesu elektromobilności w Polsce, ze szczególnym naciskiem na zmiany zachodzące w latach 2017–2018. Pierwsza część przedstawia główne zapisy przyjętych dokumentów strategicznych kształtujących elektryfikację sektora transportu w naszym kraju. Kolejna część rozdziału prezentuje podstawowe trendy na rynku samochodów elektrycznych w Polsce. Ostatnia część jest poświęcona infrastrukturze ładowania pojazdów EV i obejmuje dwa zagadnienia: opis wytycznych i metodyki określania lokalizacji punktów ładowania pojazdów elektrycznych oraz przedstawienie szacunków dotyczących zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną związanego z elektromo-

¹ *Global EV Outlook 2018*, International Energy Agency (IEA), Paryż 2018, <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2018> (23.03.2019).

² P. Hertzke i in., *The global electric-vehicle market is amped up and on the rise*, McKinsey & Company, maj 2018, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-global-electric-vehicle-market-is-amped-up-and-on-the-rise> (23.03.2019).

bilnością w Polsce. Rozdział został opracowany z wykorzystaniem analizy źródeł zastanych (ang. *desk research*) obejmujących polskie i zagraniczne bazy danych statystycznych, publikacje w czasopismach naukowych oraz opracowania i raporty branżowe.

1. Dokumenty strategiczne dotyczące rozwoju systemu elektromobilności w Polsce

Na poziomie krajowym jednym z podstawowych aktualnie obowiązujących dokumentów kształtujących polityki państwa jest *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju* (SOR)³. W ramach wdrażania paradygmatu zrównoważonego transportu oraz wdrażania procesu elektromobilności w Polsce powyższy dokument powołał Program Rozwoju Elektromobilności, będący jednym z flagowych projektów SOR. Do podstawowych celów Programu zaliczono:

1. Stworzenie warunków do rozwoju elektromobilności Polaków poprzez upowszechnienie infrastruktury ładowania i zachęty do zakupu pojazdów elektrycznych.
2. Rozwój przemysłu elektromobilności.
3. Stabilizację sieci elektroenergetycznej poprzez integrację pojazdów z siecią.

W celu realizacji powyższych celów Programu wskazano na potrzebę działań w pięciu obszarach:

- zmiana świadomości potencjalnych użytkowników,
- opracowanie systemu korzyści dla użytkownika pojazdu elektrycznego,
- rozwój producentów w segmencie elektromobilności,
- zmiany regulacyjne warunkujące rozwój elektromobilności,
- dostosowanie sieci energetycznej.

Wśród pozostałych działań SOR wymienia się również tworzenie warunków do rozwoju elektromobilności, m.in. poprzez zakup elektrycznych autobusów oraz wspieranie miast w rozwoju niskoemisyjnego transportu zbiorowego. Po roku 2020 zakłada się wprowadzenie uregulowań prawnych i organizacyjnych przyczyniających się do wzrostu użytkowania pojazdów elektrycznych.

Istotnym elementem krajowej legislacji jest także implementacja unijnej dyrektywy 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych⁴ skutkująca dwoma kluczowymi dokumentami: *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*⁵ przyjęte uchwałą Rady Ministrów 29 marca 2017 oraz Ustawą z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych⁶ (dalej Ustawa). Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych stanowią podstawę rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w Polsce. Zawierają m.in.: ocenę istniejącego stanu i przyszłego rozwoju rynku paliw alternatywnych w sektorze transportu, krajowe

³ *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Dokument przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r., Warszawa 2017.

⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz. U. L 307, 28.10.2014, s. 1–20.

⁵ *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2017.

⁶ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018 poz. 317.

cele ogólne i szczegółowe w zakresie infrastruktury do ładowania oraz rozwoju rynku pojazdów elektrycznych, a także listę aglomeracji miejskich, w których mają powstać publicznie dostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych. Ustawa określa m.in.:

- warunki rozwoju i zasady rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie oraz zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych;
- obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i obowiązki informacyjne, m.in. zasady dotyczące sposobu informowania konsumentów o paliwach alternatywnych, sposób oznakowania dystrybutorów i pojazdów oraz zasady tworzenia i funkcjonowania Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych;
- zasady funkcjonowania stref czystego transportu w miastach.

Ustawa uruchamia szereg korzyści dla kierowców pojazdów elektrycznych, obejmujących m.in.: zwolnienie z akcyzy na zakup osobowych pojazdów elektrycznych i pojazdów napędzanych wodorem oraz do dnia 1 stycznia 2021 roku również pojazdów osobowych hybrydowych typu PHEV, możliwość poruszania się pojazdów elektrycznych po buspasach, dodatkowe miejsca parkingowe, podwyższenie stawek odpisów amortyzacyjnych oraz zwolnienie z niektórych opłat.

Tabela 1 prezentuje harmonogram zmian legislacyjnych i strategicznych w Polsce związanych z procesem wdrażania elektromobilności w naszym kraju.

Tab. 1. Dokumenty strategiczne i harmonogram Programu Rozwoju Elektromobilności w Polsce

Dokumenty strategiczne w Polsce kształtujące proces wdrażania e-mobilności	
Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce	Przyjęty przez Radę Ministrów 16 marca 2017 r.
Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych	Przyjęte przez Radę Ministrów 29 marca 2017 r.
Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych	Weszła w życie 22 lutego 2018 r.
Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych wprowadzająca Fundusz Niskoemisyjnego Transportu	Podpisana przez Prezydenta 10 lipca 2018 r. W lutym 2019 r. rozpoczęto konsultacje projektu rozporządzenia o Funduszu Niskoemisyjnego Transportu.
Wdrażanie projektu	
I faza – charakter przygotowawczy	2016–2018
II faza – na podstawie uruchomionych projektów pilotażowych sporządzony zostanie katalog dobrych praktyk komunikacji społecznej w zakresie elektromobilności	2019–2020
III faza – elektromobilność postrzegana jako odpowiedź na wyzwania zmieniającej się rzeczywistości	2020–2025

Źródło: www.gov.pl/web/energia.

Według prognoz Ministerstwa Energii realizacja powyższych działań dedykowanych rozwojowi elektromobilności ma skutkować osiągnięciem następujących celów dla roku 2020 i 2025⁷. W 2020 roku w 32 wybranych aglomeracjach:

- w segmencie pojazdów napędzanych energią elektryczną: po drogach poruszać się będzie 50 tys. pojazdów, powstanie 6 tys. punktów o normalnej mocy ładowania (tzw. punkty wolnego ładowania o mocy nieprzekraczającej 3,68 kW) oraz powstanie 400 punktów o dużej mocy ładowania;
- w segmencie aut napędzanych gazem ziemnym w postaci CNG: po drogach poruszać się będzie 3 tys. pojazdów oraz powstanie 70 punktów tankowania.

W 2025 roku na poziomie ogólnopolskim prognozuje się natomiast następujące wskaźniki dotyczące elektromobilności:

- 1 milion pojazdów elektrycznych na drogach;
- w segmencie aut napędzanych gazem ziemnym w postaci CNG: po drogach poruszać się będzie 54 tys. pojazdów, dostępne będą 32 punkty ładowania wzdłuż sieci bazowej TEN-T.

Należy jednak zaznaczyć, że powyższe założenia będą na bieżąco monitorowane, weryfikowane i modyfikowane w razie potrzeby. Przykładowo cel szczegółowy dla roku 2025 roku – milion pojazdów elektrycznych na drogach w Polsce – należy ocenić jako praktycznie nieosiągalny i pojawiają się informacje na temat potrzeby zmiany powyższego wskaźnika przez stronę rządową.

Przykładowo, analiza Polskiego Stowarzyszenia Paliwa Alternatywnych oraz firmy Frost & Sullivan ocenia, iż przy optymistycznych założeniach liczba pojazdów elektrycznych w Polsce w 2025 roku wyniesie 300 tys.⁸. Według autorów opracowania osiągnięcie takiej liczby wymaga intensywnego wsparcia instytucjonalnego obejmującego m.in. zwolnienie aut elektrycznych z podatku VAT, a także zastosowanie bezpośrednich dopłat do zakupu pojazdów z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu – jednakże powyższe rozwiązania aktualnie nie funkcjonują w Polsce. Według optymistycznego scenariusza z powyższej analizy zastosowanie w Polsce wszystkich instrumentów i zachęt do zakupu pojazdów EV pozwoliłoby na osiągnięcie liczby 3,2 mln zarejestrowanych pojazdów elektrycznych do roku 2040. Natomiast scenariusz bazowy, opierający się na obecnie obowiązujących rozwiązaniach wspierających proces elektromobilności, pozwoli na osiągnięcie liczby 63 tys. pojazdów elektrycznych w 2025 roku oraz 1 mln w 2040 roku. Powyższe zestawienie ilustruje, jak niepewny i trudny w oszacowaniu jest potencjał rozwoju elektromobilności w naszym kraju.

⁷ <https://www.gov.pl/web/energia/elektromobilnosc-w-polsce> (24.03.2019).

⁸ *Polish EV Outlook 2019*, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Frost & Sullivan, Warszawa 2019.

2. Rynek pojazdów elektrycznych w Polsce według stanu na koniec 2018 roku

2.1. Kategorie pojazdów wykorzystujących napęd elektryczny

Pojazdy elektryczne w sektorze transportu obejmują następujące kategorie samochodów⁹:

1. BEV (ang. *Battery Electric Vehicle*)

Ta kategoria obejmuje samochody elektryczne o napędzie wyłącznie akumulatorowym (elektrycznym). Samochody z tej kategorii nie posiadają silnika spalinowego, do napędu wykorzystują tylko i wyłącznie energię elektryczną zmagazynowaną w bateriach (akumulatorach). Ich aktualny zasięg wynosi od 120 do 400 km.

2. PHEV (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*)

PHEV to elektryczne pojazdy hybrydowe z możliwością ładowania z zewnątrz, z gniazdka („plug-in”). Pojazdy z tej kategorii posiadają dwa rodzaje napędu: silnik spalinowy oraz silnik elektryczny. W pojazdach typu PHEV silnik elektryczny i silnik spalinowy mogą pracować odrębnie lub równolegle, dlatego przy odpowiednio częstym ładowaniu mogą one funkcjonować wyłącznie na energii elektrycznej, podobnie jak pojazdy typu BEV. Akumulatory można doładowywać z klasycznego gniazdka lub specjalnej stacji ładowania, umożliwiającą szybsze ładowanie.

3. HEV (ang. *Hybrid Electric Vehicle*)

Do kategorii hybrydowych pojazdów elektrycznych zaliczane są pojazdy wyposażone zarówno w silnik benzynowy, jak i silnik elektryczny. W kategorii HEV silnik elektryczny zazwyczaj jedynie wspomaga silnik o spalaniu wewnętrznym, nowsze modele (PHEV) umożliwiają natomiast działanie w trybie zeroemisyjnym i napędzanie pojazdu wyłącznie za pomocą silnika elektrycznego. Baterie w klasycznych pojazdach hybrydowych są doładowywane za pomocą systemów hamowania rekuperacyjnego oraz energią z silnika. Systemy hamowania rekuperacyjnego konwertują w energię elektryczną, energię cieplną powstałą podczas hamowania pojazdu (traconą w konwencjonalnych pojazdach) oraz wydłużają żywotność układu hamulcowego.

Powyższe trzy kategorie obejmują większość poruszających się na drogach pojazdów elektrycznych, zwłaszcza w Polsce. Jednak należy zaznaczyć, że w literaturze przedmiotu do pojazdów niskoemisyjnych zalicza się dodatkowo następujące kategorie samochodów:

4. REEV (ang. *Range Extended Electric Vehicle*)

Pojazdy typu REEV to samochody elektryczne o rozszerzonym zasięgu. Poza silnikiem elektrycznym, który stanowi podstawową jednostkę napędową, są dodatkowo wyposażone w silniki spalinowe. W przypadku tego typu samochodów silnik spalinowy załącza się tylko wtedy, gdy potrzebne jest wytworzenie energii koniecznej do naładowania akumulatora zapewniającego napęd elektryczny. Dzięki takiemu rozwiązaniu zasięg pojazdu może zostać wydłużony do 300–500 km.

⁹ *Global EV Outlook 2017*, International Energy Agency, Paryż 2017, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf> (23.03.2019).

5. FCEV (ang. *Fuel Cell Electric Vehicles*)

Ta kategoria obejmuje pojazdy elektryczne wyposażone w ogniwa paliwowe. Funkcje baterii (akumulatora) pełnią ogniwa paliwowe (ang. *fuel cells*) zasilane np. wodorem.

2.2. Sprzedaż pojazdów elektrycznych

Rynek samochodów elektrycznych w Polsce w dalszym ciągu stanowi bardzo niewielki odsetek całego rynku. Według różnych danych sprzedaż samochodów elektrycznych kategorii BEV i PHEV w 2018 roku wyniosła w Polsce odpowiednio 620 oraz 704 sztuk. Należy zaznaczyć, że w zależności od źródła danych raportowana wielkość sprzedaży może różnić się o kilkadziesiąt egzemplarzy. Jednocześnie, zwłaszcza w przypadku samochodów w pełni elektrycznych, możemy mówić o bardzo dynamicznym wzroście sprzedaży rok do roku, który wyniósł 45%. W przypadku hybryd typu PHEV wzrost sprzedaży jest dużo niższy i wyniósł 9,7%. Rośnie także liczba modeli BEV i PHEV dostępnych na rynku, która w tym momencie obejmuje większość segmentów samochodów osobowych (tab. 2).

Tab. 2. Modele pojazdów elektrycznych dostępnych w Polsce (stan na grudzień 2018 r.)

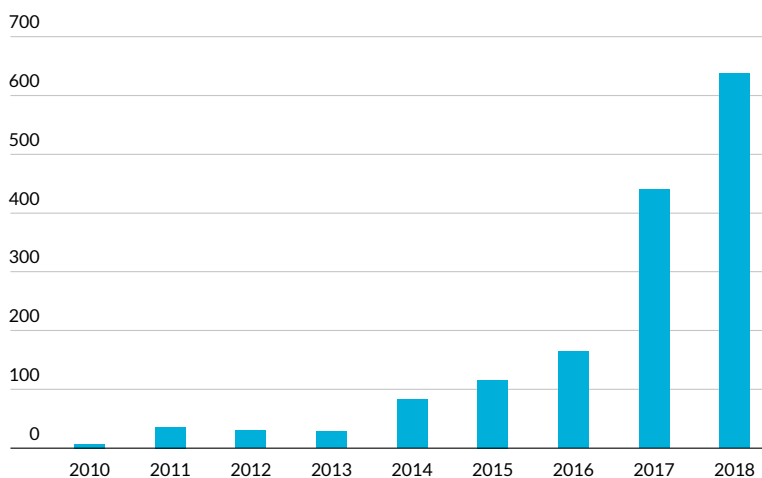
Segment pojazdu	Modele BEV	Modele PHEV
Miejskie	Volkswagen e-Up! Renault Twizy/Twizy Cargo Renault Zoe Smart EQ forfour Smart EQ fortwo Smart EQ fortwo cabrio BMW i3s BMW i3	BMW i3s Range Extender BMW i3 Range Extender
Kompaktowe	Volkswagen e-golf Nissan Leaf Hyundai IONIQ Electric	Toyota Prius Plug-in Hybrid Hyundai IONIQ Plug-in BMW 225 xe iPerformance Active Tourer
Klasa średnia	Tesla Model 3	Kia Optima Plug-in Hybrid Kia Optima Kombi Plug-in Hybrid BMW 330e iPerformance
Klasa średnia wyższa		BMW 530e iPerformance Volvo S90 T8 AWD TwinEngine Volvo V90 T8 AWD TwinEngine
SUV	Jaguar I-Pace, Tesla Model X	Mitsubishi Outlander PHEV BMW X5 xDrive40 iPerformance Volvo XC90 T8 AWD TwinEngine Audi Q7 e-tron quattro Mini Countryman Cooper S E All4 Kia Niro Plug-in Hybrid Land Rover Range Rover PHEV Land Rover Range Rover Sport PHEV Volvo XC90 T8 AWD TwinEngine Porsche Cayenne E-Hybrid

Segment pojazdu	Modele BEV	Modele PHEV
Luksusowe	Tesla Model S	BMW 740e iPerformance Porsche Panamera 4 E-Hybrid Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid Porsche Panamera 4 E-Hybrid Sport Turismo Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid Sport Turismo
Dostawcze	Nissan e-NV200 Evalia Nissan e-NV200 Furgon Renault Kangoo Z.E Renault Kangoo Maxi Z.E / Kangoo Maxi Combi Z.E	
Sportowe		BMW i8 Coupe BMW i8 Roadster

Źródło: www.orpa.pl.

Wśród samochodów o napędzie alternatywnym w 2018 roku sprzedano także stosunkowo dużą liczbę pojazdów hybrydowych starego typu (HEV) – 22 821 pojazdów, czyli prawie 20 razy więcej niż pojazdów BEV i PHEV łącznie. Należy jednak zaznaczyć, że pojazdy HEV w literaturze przedmiotu często nie są uznawane za pojazdy w pełni zeroemisyjne.

W perspektywie kilkuletniej widoczna jest bardzo duża dynamika wzrostu sprzedaży w przypadku pojazdów w pełni zeroemisyjnych. W 2010 roku w Polsce zakupiono siedem sztuk tego typu pojazdów, natomiast w 2018 roku już 637 sztuk (rys. 1).



Rys. 1. Liczba samochodów elektrycznych (BEV) zarejestrowanych w Polsce

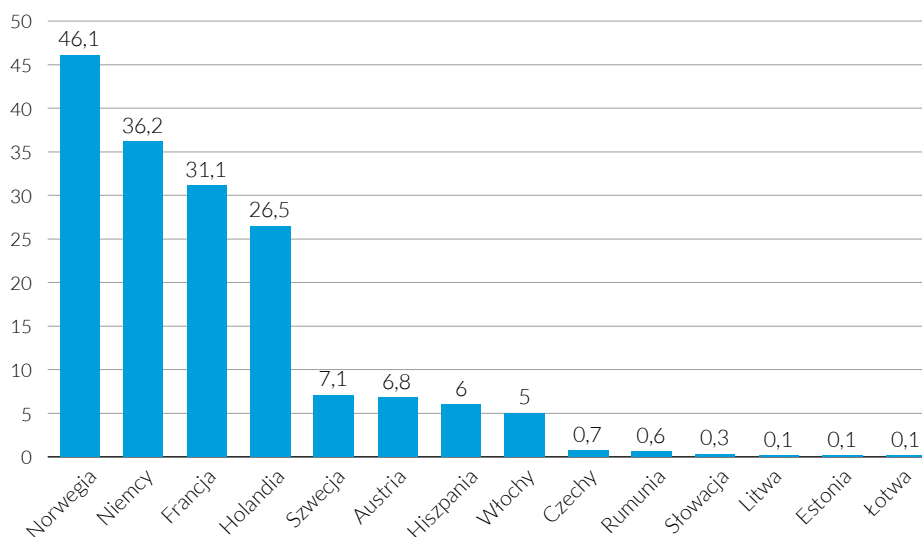
Źródło: Samar.

Najpopularniejsze modele BEV sprzedane w Polsce w 2018 roku obejmowały następujące marki pojazdów: Nissan Leaf – 269, BMW i3 – 164, Renault Zoe – 49, VW e-Golf – 41, Tesla Model X – 33.

Wzrost sprzedanej liczby pojazdów jest uwarunkowany przez kilka czynników. Jednym z nich jest stały spadek cen pojazdów elektrycznych. Pomimo że są to w dalszym ciągu stosunkowo drogie pojazdy – najtańszy model na rynku kosztuje około 80 000 PLN – to nie jest to tak duża różnica jak jeszcze kilka lat temu. Ważnym czynnikiem decydującym o kupnie samochodu elektrycznego są kwestie wizerunkowe – około 75% rynku pojazdów o napędzie alternatywnym kupili klienci firmowi, korzystający z leasingu oraz najmu długoterminowego.

Pomimo dynamicznego wzrostu liczba rejestrowanych pojazdów elektrycznych w Polsce jest jedną z najniższych w całej UE. Przykładowo w Norwegii – na największym europejskim rynku samochodów zeroemisyjnych w Europie – w 2018 roku sprzedano ponad 46 tys. pojazdów BEV. Także w pozostałych krajach (Niemcy, Francja, Holandia) będących głównymi rynkami zbytu pojazdów BEV w UE sprzedaż samochodów wyniosła kilkadziesiąt tysięcy sztuk w każdym z nich (rys. 2).

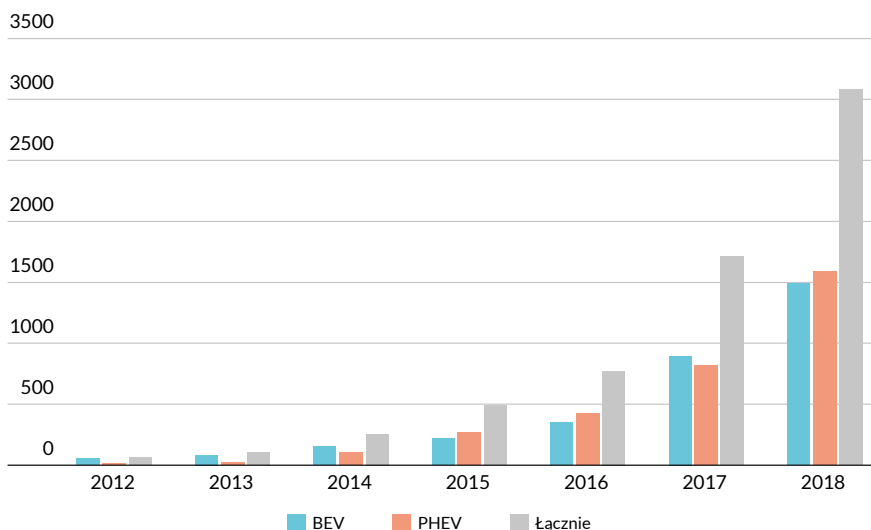
Na powyższe statystyki wpływa m.in. poziom zarobków i zamożności społeczeństw w poszczególnych krajach, obrazowany np. przez wskaźnik PKB *per capita*, ale także stosowanie bezpośrednich dopłat finansowych do zakupu pojazdów BEV wynoszących od 4 000 EUR (Niemcy) do nawet do 9 000 EUR (Francja). Aktualne zapisy w dokumentach strategicznych obowiązujących w Polsce nie przewidują stosowania podobnego narzędzia wspierającego w naszym kraju.



Rys. 2. Liczba zarejestrowanych pojazdów BEV w wybranych krajach UE w 2018 roku (tys.)
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ACEA.

Podsumowując, w skali europejskiej Polska jest w dalszym ciągu niewielkim rynkiem dla pojazdów napędzanych energią elektryczną. Według danych European Alternative Fuel Observatory (EAFO) na koniec 2018 roku skumulowana całkowita liczba pojazdów elektrycznych (samochody osobowe typu BEV oraz PHEV) wyniosła

w Polsce 3 079 sztuk (rys. 3). Tymczasem według tej samej instytucji łączna liczba pojazdów obu typów w UE przekroczyła 1 250 tys. sztuk, a zatem rynek polski stanowi jedynie 0,2% całego rynku europejskiego.



Rys. 3. Całkowita liczba pojazdów elektrycznych w Polsce

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO, www.eafo.eu.

Interesującym źródłem danych na temat potencjalnego rozwoju rynku motoryzacyjnego są badania społeczne. Według badań przeprowadzonych na początku 2018 roku, w Polsce rośnie liczba zainteresowanych zakupem pojazdów elektrycznych¹⁰. 17% Polaków rozważa zakup samochodu elektrycznego w okresie najbliższych 3 lat, jest to wzrost o około 5% w stosunku do podobnego badania przeprowadzonego w 2017 roku. 28% respondentów rozważa zakup hybryd starego typu (HEV), natomiast w dalszym ciągu najpopularniejsze są tradycyjne rodzaje napędu rozważanego w samochodzie, który badani planują kupić w najbliższym czasie (benzyna – 50%, diesel – 35%). Jednocześnie należy podkreślić, iż większość ankietowanych zaznaczyła, że aktualna cena samochodów elektrycznych jest zbyt wysoka – ich ceny powinny być niższe o 40–45% od cen katalogowych, aby ankietowani mogli poważnie podejść do idei ich zakupu. Wynik ten potwierdza także wyniki z poprzednich lat, gdzie wysokie koszty zakupu stanowiły jedną z największych barier dla szerszej adopcji pojazdów elektrycznych. Większość badanych wybrałaby samochód elektryczny po otrzymaniu konkretnych korzyści, np. zwolnienie z podatku VAT oraz możliwość otrzymania dopłaty do zakupu. 10% badanych wskazało, że do zakupu EV przekonałaby go także bardziej rozwinięta infrastruktura punktów ładowania.

¹⁰ Barometr elektromobilności 2018, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA), Warszawa 2018, http://pspa.com.pl/assets/uploads/2018/06/RAPORT_Barometr_Elektromobilnosci_2018.pdf (25.03.2019).

2.3. Współdzielona mobilność na żądanie

Według stanu na kwiecień 2019 roku ok. 3 900 samochodów było dostępnych w systemach car-sharingu w największych polskich miastach, z czego prawie połowa w Warszawie, gdzie usługi świadczyło czterech operatorów (Traficar, PANEK, 4Mobility i Innogy Go)¹¹. Trzech z nich posiadało w swojej flocie pojazdy elektryczne. Jednak pierwszym miastem, w którym pojawiły się współdzielone samochody, był Wrocław. W lipcu 2015 roku uruchomił tu swoje usługi GoGet. W maju 2017 roku w flocie tego operatora pojawił się pierwszy samochód elektryczny (BMW i3). W listopadzie 2017 roku we Wrocławiu¹² rozpoczął działalność także operator Vozilla, który udostępnia na minuty wyłącznie elektryczne pojazdy. W kwietniu 2019 roku były to: 156 – Nissan Leaf, 40 – Renault ZOE oraz 10 – Nissan e-NV200. Operator ma własną sieć 10 stacji szybkiego ładowania, która w 2019 roku zostanie rozszerzona do 22 stacji.

W Warszawie od listopada 2016 roku funkcjonuje 4Mobility, który rok później wprowadził do swojej floty pierwsze dwa samochody BMW i3. W kwietniu 2019 roku operator ten został przejęty przez PGE Nowa Energia. Do tej pory koncern energetyczny jedynie testował usługę car-sharingu w Siedlcach (pięć Renault ZOE)¹³. W planach spółki kilkakrotnie zwiększenie floty 4Mobility¹⁴ w Warszawie oraz wejście do nowych miast. Samochody elektryczne będą jednak wprowadzane tylko tam, gdzie spółka będzie rozwijała własną infrastrukturę do ładowania.

Od lipca 2017 roku rozbudowuje swoją ofertę PANEK CarSharing. W kwietniu 2019 roku w jego flocie dostępnych było ponad 1 100 samochodów, w tym 1 000 hybrydowych (Toyota Yaris) oraz 10 elektrycznych (smart EQ wprowadzonych w grudniu 2018 roku).

Od grudnia 2018 roku z usługi wypożyczenia samochodów elektrycznych na minuty mogą korzystać mieszkańcy Katowic. We flocie TAURON eCar znalazło się 20 samochodów czterech modeli: VW e-Golf, Nissan Leaf, BMW i3 i Renault ZOE. Kierowcy mogli bezpłatnie korzystać z pierwszych 23 stacji ładowania w Katowicach – czterech szybkich stacji ładowania (DC) oraz 19 przyspieszonego ładowania (AC) – uruchomionych przez Magenta Grupa TAURON¹⁵. Był to jednak jeszcze projekt znajdujący w fazie testowania. Oprócz tego w Krakowie od 2018 roku przez Smart City Polska przygotowywany jest projekt uruchomienia KraCar, który ma udostępniać BMW i3. Według danych tego operatora brak niezbędnej liczby stacji ładowania uniemożliwia rozpoczęcie działalności. Tymczasem po przeprowadzonych w 2018 roku testach i przygotowaniach, w kwietniu 2019 roku w Warszawie rozpoczął komercyjną działalność Innogy Go, który wystartował z ofertą wypożyczenia 500 elektrycznych

¹¹ Połowa aut szeringowych w Polsce jeździ po stolicy, 30.04.2019, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/polowa-aut-szeringowych-w-polsce-jezdzi-po-stolicy-61536.html> (3.05.2019).

¹² Od początku 2014 roku właściciele pojazdów hybrydowych i elektrycznych mogą w płatnych strefach parkowania Wrocławia zostawiać samochody elektryczne po preferencyjnych cenach lub za darmo.

¹³ <https://pgemobility.pl> (3.05.2019).

¹⁴ W momencie przejścia operator posiadał 300 samochodów w Warszawie i Poznaniu oraz ok. 30 tys. zarejestrowanych użytkowników.

¹⁵ <https://www.tauron.pl/tauron/tauron-innowacje/carsharing> (3.05.2019).

BMW i3 oraz możliwością ładowania samochodów na 30 własnych stacjach. Poza tym użytkownicy mogli korzystać z 40 publicznych punktów ładowania.

W ciągu dwóch ostatnich lat w Polsce znacząco zwiększyła się także podaż w zakresie współdzielonej elektrycznej mikro-mobilności (bike-sharing i scooter-sharing).

W Warszawie w kwietniu 2019 roku można było wypożyczyć na minuty 110 rowerów elektrycznych dostępnych w systemie Veturilo. Wiosną 2017 roku działalność rozpoczęły JedenŚlad i Blinkee, mając w swojej ofercie po kilka elektrycznych skuterów. W kwietniu 2018 roku w Warszawie dostępnych było już ok. 380 skuterów, z czego 200 oferowanych przez operatora JedenŚlad. W czerwcu 2018 roku w ramach partnerskiej współpracy JedenŚlad z ING Bank Śląski uruchomiono system sharING w Katowicach (50 skuterów). W kwietniu 2019 roku operator świadczył usługi dla użytkowników indywidualnych w Warszawie, Łodzi, Trójmieście, Częstochowie i Szczecinie, a także w 12 miastach w segmencie B2B, obsługując m.in. Amrest, Uber Eats, Pyszne.pl. Od maja 2019 roku operator funkcjonuje pod marką Hop.City, która nawiązuje do rozwoju firmy w kierunku kompleksowych rozwiązań technologicznych w ramach szeroko pojętego transportu współdzielonego. Poznań, Wrocław i Kraków to kolejne miasta, w których operator planuje uruchomić usługi.

Inny start-up, Blinkee, w ciągu ostatniego roku zwiększył swoją flotę ze 180 do prawie 1 000 elektrycznych skuterów, obejmując ponad 80% tego rynku. W sezonie 2019 roku uruchomiono usługi w Bydgoszczy (35 e-skuterów) i Kielcach (50), Koszalin zastąpił Kołobrzeg, natomiast usługa została wycofana z Rzeszowa i Łodzi. Właśnych pojazdów jest tylko 60, pozostałe to własność partnerów lub inwestorów, którzy kupują skutery i oddają je pod zarządzanie marki blinkee.city.

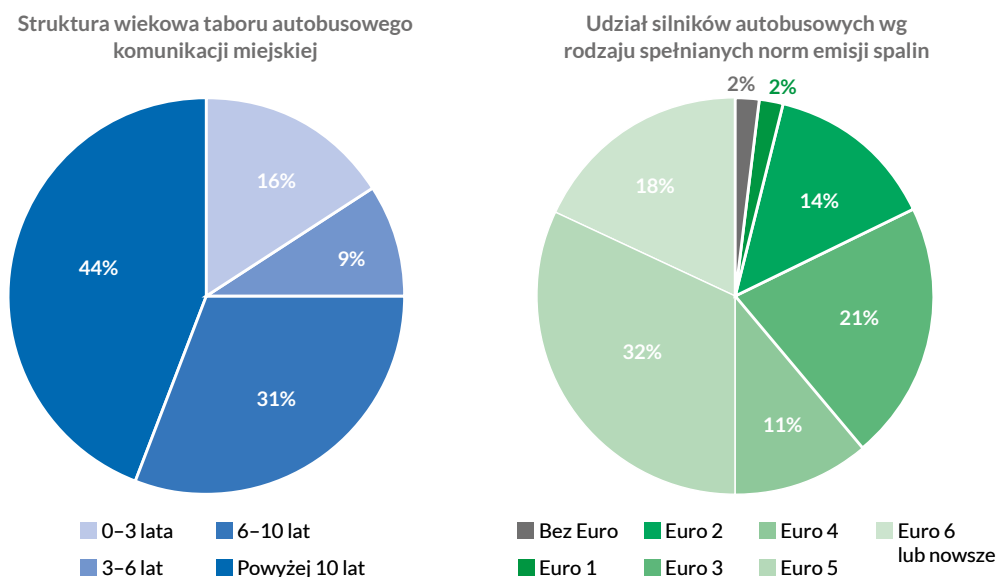
W ciągu pół roku – od października 2018 roku do kwietnia 2019 roku w Warszawie rozpoczęło działalność 5 operatorów elektrycznych hulajnóg. Pierwszy jesienią był Lime. Na początku kwietnia 2019 roku w jego flocie w Warszawie, Poznaniu i we Wrocławiu i w Poznaniu było dostępnych już ok. 4 tys. hulajnóg. Kolejnymi firmami, które rozpoczęły działalność, były Hive, Bird oraz litewski start-up CityBee, oferujący do tej pory wynajem samochodów dostawczych. Pod koniec kwietnia 2019 roku również Blinkee wprowadził do swojej oferty 500 elektrycznych hulajnóg. Podobnie jak w obsłudze skuterów model biznesowy tego operatora opiera się o *free-floating* oraz własnych serwisantów wymieniających baterie i sprawdzających stan pojazdów. Według danych operatora aplikacji mobilnej Voom, integrującej oferty mobilności współdzielonej, na początku maja 2019 roku w Warszawie dostępnych było ok. 3 650 elektrycznych hulajnóg¹⁶.

2.4. Elektryfikacja transportu publicznego

Warto zauważyć także dynamiczny wzrost wykorzystania pojazdów niskoemisyjnych w sektorze transportu publicznego. Należy się spodziewać, że dzięki dotacjom unijnym w najbliższych latach ten trend jeszcze się nasili. Stosowanie napędów zeroemisyjnych w pojazdach transportu publicznego ma na celu przede wszystkim ogra-

¹⁶ *Półowa aut szeringowych, dz. cyt.*

niczenie emisji lokalnych, tzn. pyłów i gazów szkodliwych dla zdrowia i środowiska naturalnego, a także dwutlenku węgla przyczyniającego się do procesu globalnego ocieplenia. Charakterystyka taboru autobusowego w Polsce również pozwala zakładać szybki wzrost udziału autobusów zeroemisyjnych. Ponad 40% autobusów ma więcej niż 10 lat i prawie 40% taboru spełnia najstarsze normy emisji Euro 1 i Euro 2, dlatego w najbliższym czasie można się spodziewać ich wymiany (rys. 4).



Rys. 4. Charakterystyka taboru autobusowego w Polsce w 2017 r.

Źródło: Polska na drodze do elektromobilności, TOR, Warszawa, wrzesień 2018, s. 11.

Wśród autobusów niskoemisyjnych aktualnie dominują pojazdy zasilane gazem CNG i LNG, jednak to autobusy elektryczne odnotowują największy wzrost sprzedaży. Ten rodzaj pojazdów najlepiej wpisuje się we współczesne wymogi środowiskowe miast, ponieważ praktycznie nie emituje hałasu i szkodliwych zanieczyszczeń lokalnych. W 2016 roku na 1942 wszystkie nowe autobusy zakupione w Polsce 42 pojazdy (2,2%) były wyposażone w napęd zeroemisyjny, w tym zarejestrowano: 19 pojazdów z napędem CNG, 17 pojazdów z napędem hybrydowym i 6 elektrobusów. W 2017 roku zarejestrowano już 160 autobusów zeroemisyjnych, stanowiących około 7% całego rynku. Flota pojazdów zakupiona przez polskie miasta obejmowała 85 autobusów z napędem hybrydowym, 3 elektrobusy oraz 12 pojazdów z napędem CNG. W 2018 roku odnotowano kolejny wzrost i największą do tej pory liczbę sprzedanych autobusów zeroemisyjnych – na potrzeby transportu publicznego zarejestrowano 317 pojazdów tego typu: 200 autobusów hybrydowych, 63 autobusy w pełni elektryczne oraz 54 pojazdy z napędem CNG¹⁷.

¹⁷ Polski rynek nowych autobusów w 2018 roku, http://www.infobus.pl/polski-rynek-nowych-autobusow-w-2018-roku_more_111812.html (26.03.2019).

Przyjęty w 2017 roku Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce zakłada, że w 2025 roku w transporcie publicznym w Polsce będzie wykorzystywane około 1000 autobusów elektrycznych. Ta liczba wydaje się realna do osiągnięcia, biorąc pod uwagę powyższe trendy na rynku autobusów elektrycznych w Polsce, które prawdopodobnie się utrzymają w najbliższych latach. Przykładowo tylko w samej Warszawie w marcu 2019 roku Miejskie Zakłady Autobusowe złożyły zamówienie na dostawę 130 elektrycznych autobusów, co zwiększy liczbę autobusów zeroemisyjnych wykorzystywanych przez miasto do ponad 160¹⁸.

Produkcja autobusów elektrycznych to także stosunkowo silna branża w Polsce. Solaris jest producentem autobusów, także elektrycznych, rozpoznawanym nie tylko w Europie, ale także globalnie. Od momentu powstania w 1996 roku firma sprzedała już blisko 15 tys. pojazdów do 32 krajów. Dodatkowo, wiele firm, które współtworzyły sukces Solarisa, dostarczając infrastrukturę ładowania lub komponenty do produkcji autobusów elektrycznych, dziś z powodzeniem oferuje samodzielnie swoje produkty na rynku europejskim.

Istotnym producentem autobusów elektrycznych jest także grupa Ursus, która w lutym 2019 roku wygrała konkurs Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na opracowanie narodowego autobusu elektrycznego oraz produkcję 1082 takich autobusów do 31 grudnia 2023 roku.

3. Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych

3.1. Rodzaje i standardy stacji ładowania

Wraz z rozwojem e-mobilności i zwiększającej się liczby dostępnych modeli samochodów zasilanych energią elektryczną rośnie liczba sposobów ładowania takich pojazdów. Podstawowy podział technologiczny w tym obszarze rozróżnia stacje ładowania zasilane prądem zmiennym (AC) oraz stacje ładowania zasilane prądem stałym (DC).

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna określa cztery tryby ładowania zgodne z normą IEC 62196:

- **Tryb 1 (Mode 1)** – wolne lub półszybkie ładowanie ze zwykłego gniazdka elektrycznego jednofazowego lub trójfazowego, bez specjalnych systemów ochrony;
- **Tryb 2 (Mode 2)** – wolne lub półszybkie ładowanie z normalnego gniazda, ale z podstawowymi systemami ochrony, charakterystycznymi dla EV;
- **Tryb 3 (Mode 3)** – wolne lub półszybkie ładowanie za pomocą specjalnego gniazda wielopinowego EV z zaawansowanymi funkcjami sterującymi i zabezpieczającymi;
- **Tryb 4 (Mode 4)** – wolne, półszybkie lub szybkie ładowanie za pomocą specjalnych technologii ładowania (wyłącznie DC).

¹⁸ Warszawa. Solaris wybrany. Sprzeda stolicy elektrobusey za 400 mln zł, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-solaris-wybrany-sprzeda-stolicy-elektrobusey-za-400-mln-zl-61228.html> (26.03.2019).

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 konstrukcje samochodów elektrycznych posiadają już wbudowane ładowarki o większych mocach: 6 kW. Gniazda ładowania prądem zmiennym mają trzy standardy złączy wbudowanych w pojazdach¹⁹:

■ Type 1

Type 1 to standard ładowania obowiązujący przede wszystkim na terenie USA. Umożliwia ładowanie mocami 1,92 kilowata (kW), 7,2 kW, 7,68 kW do maksymalnie 19,2 kW. Złącze dostarcza wyłącznie prąd przemienny, jedno- lub dwufazowy. Na rynku funkcjonują obecnie także wersje zmodyfikowane tego rodzaju złączy, umożliwiające ładowanie przy wykorzystaniu prądu zmiennego, jednakże ze znacznie większym napięciem: 36 kW (Type 1 Level 1) lub 90 kW (Type 2 Level 2). Istnieje także możliwość przerobienia złączy typu Type 1 na wtyczki do ładowania prądem stałym (Type 1 combo).

■ Type 2 (system Mennekes)

Złącze standardu Type 2 nazywane w literaturze także „Mennekes” od nazwy firmy, która ją opracowała. Type 2 w podstawowej wersji został w 2013 roku uznany za oficjalny standard złączy ładowania na terenie Unii Europejskiej. Stosują go obecnie wszystkie auta sprzedawane na terenie krajów unijnych, w tym także Tesla. Podobnie jak model Type 1 także model Type 2 można dostosować do korzystania z prądu stałego.

■ Type 3

Model Type 3, nazywany także złączem typu Scame, to najstarszy rodzaj złącza. Ten standard gniazda występuje przede wszystkim w małych pojazdach elektrycznych, wyprodukowanych przed 2010 rokiem. Aktualnie punkty ładowania z tym typem złączy już praktycznie nie występują.

Przy wykorzystaniu stacji ładowania zasilanych prądem zmiennym istotnym punktem jest charakterystyka sieci elektrycznej mająca wpływ na poziom ładowania:

- instalacja jednofazowa umożliwia ładowanie z napięciem maksymalnie do 3,6 kW,
- instalacja dwufazowa umożliwia ładowanie z napięciem maksymalnie do 6,6 kW,
- instalacja trójfazowa umożliwia ładowanie z napięciem maksymalnie do 44 kW.

Drugim sposobem jest wykorzystanie stacji szybkiego ładowania zasilanej prądem stałym. Nowe standardy gniazd i złączy zmierzają do wykorzystania wyłącznie prądu stałego. W tego typu rozwiązaniach ładowarka sama wytwarza prąd stały, który samochód kieruje bezpośrednio do baterii. Stosowanie prądu stałego znacząco przyspiesza proces ładowania auta. Jest to obecnie najszybszy sposób ładowania pojazdu elektrycznego. W stacjach zasilanych prądem stałym samochód elektryczny ładuje się za pomocą wbudowanego w pojazd gniazda dwóch typów: CHAdeMO lub CCS/Combo. Czas ładowania pojazdu wynosi do kilkunastu minut, w zależności od pojazdu. CHAdeMO to standard, pozwala na dostarczenie prądu stałego o mocy do 62,5 kW (500 volt, 125 amperów). CCS (ang. *Combined Charging System*) Combo2 to z kolei rozszerzenie standardu Type 2 o dwa duże piny ładowania prądem stałym. Standard Combo2 obsługuje stacje ładowania z mocą nawet do 350 kW. Ostateczna moc ładowania zależy jednak od modelu samochodu.

¹⁹ <https://elektrowoz.pl>.

Natomiast z punktu widzenia mocy punktu ładowania wyróżnia się następujące rodzaje punktów ładowania²⁰:

- wolne (AC) – o mocy do 7 kW,
- przyśpieszone (AC) o mocy 7–43 kW,
- szybkie (DC) o mocy 41–145 kW,
- ultraszybkie (DC) o mocy 150–350 kW.

3.2. Założenia zawarte w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych

Infrastruktura ładująca jest jednym z kluczowych elementów procesu wdrażania elektromobilności na szeroką skalę. Odpowiednio rozbudowana i prawidłowo funkcjonująca sieć punktów ładowania jest niezbędna do zmian preferencji konsumentów i zniwelowania obaw przed korzystaniem z pojazdów o napędzie alternatywnym do tradycyjnego silnika spalinowego. Powyższe zagadnienie zostało uwzględnione w dokumentach strategicznych przyjmowanych w Polsce. Ustawa nałożyła na jednostki samorządu terytorialnego (JST) obowiązek wybudowania w terminie do 31 grudnia 2020 roku minimalnej liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych związanych z charakterystyką demograficzną i transportową danej gminy (tab. 3).

Tab. 3. Wymogi dotyczące liczby punktów ładowania w JST w Polsce

Charakterystyka gminy	Wymagana liczba punktów ładowania samochodów elektrycznych do 31.12.2020
• Liczba mieszkańców > 1 000 000 • Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 600 000 • Wskaźnik motoryzacji* ≥ 700	1000
• Liczba mieszkańców > 300 000 • Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 200 000 • Wskaźnik motoryzacji ≥ 500	210
• Liczba mieszkańców > 150 000 • Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 95 000 • Wskaźnik motoryzacji ≥ 400	100
• Liczba mieszkańców > 100 000 • Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 60 000 • Wskaźnik motoryzacji ≥ 400	60

*liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych na 1000 mieszkańców

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ustawy.

²⁰ www.pspa.com.pl.

Ustawa wyznaczyła konkretne minima dotyczące liczby funkcjonujących punktów ładowania, jednak w dokumencie nie wskazano, w jaki sposób określać lokalizację takich urządzeń oraz jak ich funkcjonowanie może wpłynąć na funkcjonowanie sieci elektroenergetycznych w Polsce. Poniższa część rozdziału opisuje oba te zagadnienia.

3.3. Modele służące określeniu optymalnej lokalizacji punktów ładowania

Znalezienie optymalnej lokalizacji punktów ładowania pojazdów EV jest trudnym i stosunkowo nowym zagadnieniem. Dotychczasowe trendy w rozwoju elektromobilności na świecie wskazują, iż większość – około 80% – cykli ładowania pojazdów EV odbywa się w miejscu zamieszkania właściciela samochodu²¹. Według przeprowadzonych badań kierowcy zdecydowanie preferują dom jako miejsce ładowania pojazdu, nawet w przypadku gdy dysponują punktem ładowania w miejscu pracy. Duża część kierowców pojazdów EV nie dysponuje jednak punktem ładowania w domu i korzysta z ogólnodostępnych sieci ładowarek. Określenie ich lokalizacji można oprzeć na ogólnych wytycznych lub szczegółowych modelach, którym poświęcono wiele badań w literaturze przedmiotu.

Generalne ramy dotyczące lokalizacji punktów ładowania obejmują następujące wytyczne²²:

- 10–20% miejsc parkingowych na gęsto zabudowanym terenie (bez strzeżonego parkingu) powinno być przeznaczonych na stacje ładowania pojazdów elektrycznych.
- Duża liczba ładowarek zlokalizowanych obok siebie (tzw. huby po 10–20 urządzeń) są najefektywniejszym sposobem budowy infrastruktury ładowania. Ich tworzenie upraszcza dostęp do sieci energetycznej oraz zmniejsza czas oczekiwania na ładowanie.
- Proces określania lokalizacji publicznych stacji ładowania powinien uwzględniać konsultacje społeczne i zgłaszane potrzeby mieszkańców. Takie oddolne podejście sprawdziło się już w wielu ośrodkach miejskich z dużą liczbą samochodów EV.
- Przy planowaniu i budowie sieci ładowania pojazdów EV należy szczególnie uwzględnić pojazdy intensywnie eksploatowane, np. taksówki elektryczne.
- Koordynacja działań jest istotnym elementem budowy efektywnej sieci infrastruktury ładowania EV. Punkty ładowania są zazwyczaj instalowane przez wiele podmiotów oraz instytucji – zarówno prywatnych, jak i publicznych – równolegle, co tworzy ryzyko pokrywania się działań i inwestycji oraz nierównomiernej rozbudowy sieci ładowania.

²¹ Z. Shahan, *CleanTechnica Busts Into Electric Car Wilderness*, 31.10.2015, <https://cleantechnica.com/2015/10/31/cleantechnica-busts-into-electric-car-wilderness/> (27.03.2019).

²² *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Wytyczne dla miast*, GreenWay, CleanTechnica, Warszawa 2018, https://greenwaypolska.pl/wp-content/uploads/sites/7/2018/05/GreenWay_Infrastruktura_ladowania_pojazdow_elektrycznych_Wytyczne_dla_miast_www_maj_2018.pdf (27.03.2019).

Rodzaj i moc zainstalowanej ładowarki powinny być także dostosowane 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 (rys. 5).



Rys. 5. Rekomendowany miks infrastruktury ładowania pojazdów EV

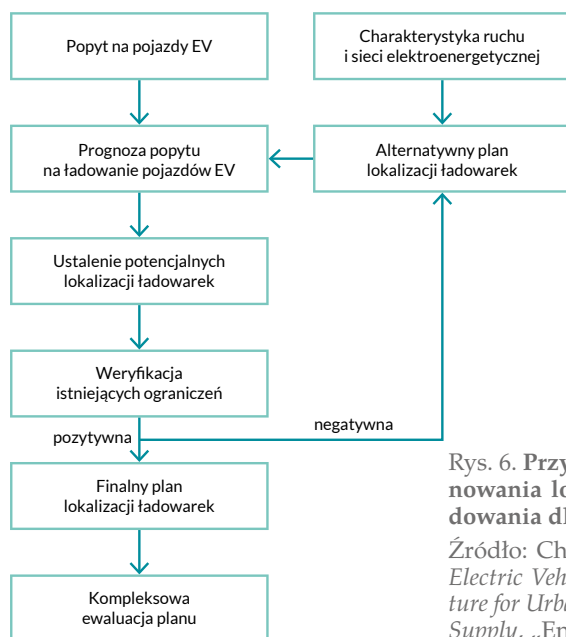
Źródło: *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych*, dz. cyt. s. 15.

W literaturze przedmiotu znajduje się także duża liczba opracowań bardziej szczegółowo podchodzących do problemu lokalizacji punktów ładowania. Poświęcony jest temu obszar badawczy w zarządzaniu operacyjnym, tzw. *Facility Location Optimization* (FLO), który może być wykorzystywany do znalezienia optimum w lokalizacji różnego typu obiektów, nie tylko punktów ładowania. Znalezienie optimum może być oparte na wielu źródłach: teoretycznych modelach wyborów dyskretnych (ang. *discrete choice modeling*), symulacjach matematycznych, algorytmach, badaniach kwestionariuszowych i ankietowych oraz kompleksowych badaniach i modelowaniu ruchu²³.

Budowane modele wykorzystują również dane demograficzne, geograficzne (modele GIS), a także parametry ekonomiczne i kosztowe dotyczące budowy, obsługi i korzystania z sieci punktów ładowania oraz prognozy dotyczące rozwoju rynku i liczby

²³ Por. M.M. Vazifteh i in., *Optimizing the deployment of electric vehicle charging stations using pervasive mobility data*, „Transportation Research Part A”, nr 121/2019, s. 75–91; A.Y. Lam, Y.-W. Leung, X. Chu, *Electric vehicle charging station placement*, w: *IEEE SmartGridComm 2013 Symposium - Smart Grid Services and Management Models*, IEEE 2013, s. 510–515; G. Wang, Z. Xu, F. Wen, K.P. Wong, *Traffic-constrained multi-objective planning of electric-vehicle charging stations*, „IEEE Transactions on Power Delivery” nr 28 (4)/2013, s. 2363–2372; H. Jimin i in., *A Review of Demand Forecast for Charging Facilities of Electric Vehicles*, w: *2017 2nd Asia Conference on Power and Electrical Engineering (ACPEE 2017)*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 199 (2017) 012040, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/199/1/012040/pdf> (30.03.2019).

pojazdów elektrycznych²⁴. Należy jednak podkreślić, że tego typu kalkulacje są wykonywane dla poszczególnych regionów o danej charakterystyce transportowej, ekonomicznej itp. i nie mają charakteru uniwersalnych wytycznych. W praktyce mają wymiar w dużej mierze teoretyczny i naukowy oraz nie są stosowane przy tworzeniu strategii rozwoju elektromobilności. Rysunek 6 prezentuje przykładowy, standardowy schemat planowania lokalizacji punktów ładowania.



Rys. 6. Przykładowy schemat planowania lokalizacji punktów ładowania dla pojazdów EV

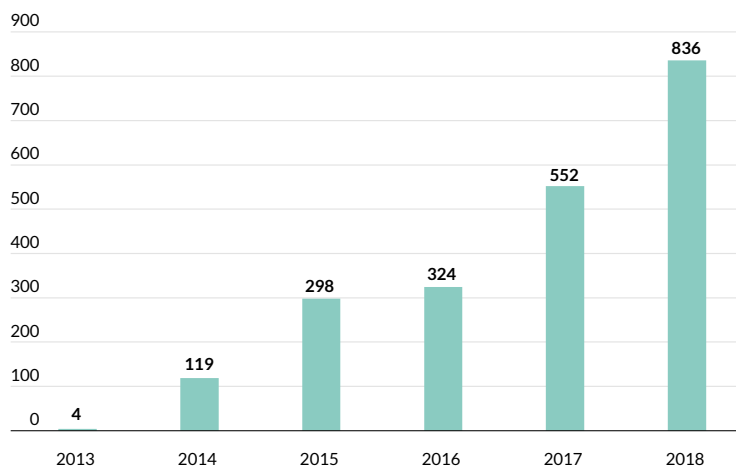
Źródło: Ch. Guo i in., *Planning of Electric Vehicle Charging Infrastructure for Urban Areas with Tight Land Supply*, „Energies” nr 11/2018.

3.4. Liczba dostępnych punktów ładowania

W Polsce liczba dostępnych punktów ładowania do pojazdów elektrycznych również dynamicznie rośnie, jednak w dalszym ciągu pozostaje na stosunkowo niewielkim poziomie w porównaniu do innych krajów UE. Według danych EAFO liczba funkcjonujących punktów ładowania w Polsce w 2018 roku przekroczyła 800 (rys. 7). Podobnie jak w przypadku liczby samochodów elektrycznych, także dla liczby dostępnych punktów ładowania w Polsce można zauważyć istotne różnice w raportowanych danych. Jednakże w obszarze infrastruktury ładowania są one dużo większe. Przykładowo, według danych Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych (PSPA) z grudnia 2018 roku, jednej z wiodących instytucji zajmujących się tematyką elektromobilności w naszym kraju, w Polsce było zainstalowanych ok. 300 punktów ładowania pojazdów elektrycznych, czyli ponad dwa razy mniej niż

²⁴ Zob. Z. Liu, W. Zhang, X. Ji, K. Li, *Optimal Planning of charging station for electric vehicle based on particle swarm optimization*, „IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies” 2012, s. 1–5; J. Ma, L. Zhang, *A Deploying Method for Predicting the Size and Optimizing the Location of an Electric Vehicle Charging Stations*, „Information” nr 9(170)/2018; Ch. Guo, dz. cyt.

wskazują szacunki EAFO²⁵. Według „Licznika elektromobilności” PSPA, uruchomionego w kwietniu 2019 roku we współpracy z Polskim Związkiem Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM), sieć stacji ładowania w Polsce wynosi 646 punktów – w dalszym ciągu znacznie mniej, niż informują dane EAFO sprzed kilku miesięcy²⁶. Powyższe rozbieżności wskazują na problem wiarygodności i jakości danych dotyczących procesu wdrażania elektromobilności w Polsce, utrudniającej jednoznaczną analizę tego zjawiska.



Rys. 7. Łączna liczba punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce

Źródło: www.eafo.eu.

Operatorem największej sieci ładowania samochodów elektrycznych jest GreenWay Polska. W 2018 roku jego sieć powiększyła się o 83 nowe lokalizacje (w tym 68 własnych i 15 partnerskich) do łącznie 115. Oznacza to, że co miesiąc uruchomiano 7 nowych stacji. Wśród partnerów GreenWay są zarówno firmy z branży motoryzacyjnej (Nissan, BMW, Renault Polska), jak i sieci sklepów Ikea i Kaufland. Najpopularniejszym standardem ładowania jest CHAdeMO, który odpowiada za 2/3 wszystkich sesji ładowania. Na koniec 2018 roku w sieci GreenWay zarejestrowanych było ponad 1 800 osób, czyli średnio ponad 150 kierowców miesięcznie. W ciągu roku klienci GreenWay pobrali łącznie 350 MWh do ładowania swoich samochodów. Statystycznie daje to ok. 56 minut na jedną sesję, w trakcie której pobierano 17 kWh. Istotnym faktem z punktu widzenia rozwoju polskiego rynku było wprowadzenie w maju 2018 roku odpłatności za usługi ładowania w sieci GreenWay. GreenWay jest do tej pory jedynym operatorem w kraju, który formalnie wyszedł poza fazę pilotażową wdrożenia swoich usług. Po początkowym spadku popytu na usługi, w szczególności ze

²⁵ M. Skłodowska, *Polska podwaja liczbę stacji ładowania samochodów elektrycznych*, <https://wysokienapiecie.pl/13819-stacje-ladowania-powstaja-przy-trasach-i-w-miastach/> (26.03.2019).

²⁶ <http://pspa.com.pl/>.

strony firm flotowych, zainteresowanie usługami spółki wzrosło ponad dwukrotnie głównie dzięki znacznej rozbudowie sieci²⁷.

W marcu 2019 roku została zakończona realizacja projektu NCE Fast EV Net, który był współfinansowany przez Agencję Wykonawczą ds. Innowacji i Sieci (INEA) przy Komisji Europejskiej w ramach instrumentu „Łącząc Europę” (CEF). W 2018 roku projekt jako pierwszy z regionu Europy Środkowej i Wschodniej otrzymał także pożyczkę z programu InnovFin Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EBI). W ramach projektu powstało 75 szybkich stacji ładowania w Polsce i 10 w Słowacji. Stacje. Trzy stacje ładowania w Słowacji – Bratysława, Trenčin i Ruzomberok – zostały wyposażone w magazyn energii. To szczególnie innowacyjne rozwiązanie łączy baterie do magazynowania energii z systemem zarządzania energią i dwiema szybkimi stacjami ładowania. Pozwala ono na instalowanie szybkich stacji ładowania (o wysokim zapotrzebowaniu na moc) w lokalizacjach, gdzie występują problemy w dostępie do dużej mocy z sieci elektroenergetycznej²⁸.

Do końca 2019 roku operator planuje podwojenie liczby stacji. Według stanu na koniec kwietnia 2019 roku w sieci funkcjonowało już 143 stacji oferujących 363 złącza, w tym 153 – AC (type 2) oraz 214 DC (CCS i Chademo). W 2019 roku GreenWay planuje instalację pierwszych ultraszybkich ładowarek o mocy 350 kW oraz magazynów energii (tzw. *gridboosters*). GreenWay zamierza rozwijać sieć stacji również w innych krajach w regionie, w tym na Słowacji (gdzie posiada już 93 stacji), w Czechach i krajach nadbałtyckich. Celem jest zbudowanie sieci liczącej ok. 850 stacji do końca 2021 roku.

Jeszcze jednym projektem, który uzyskał dofinansowanie z instrumentu CEF jest „LEM (Lotos Electro Mobility) – pilotażowe wdrożenie elektromobilności wzdłuż dróg sieci bazowej TEN-T”. Jesienią 2018 roku rozpoczęły testy bezpłatne pierwszych 12 punktów ładowania pojazdów elektrycznych wzdłuż tzw. Niebieskiego Szlaku pomiędzy Warszawą (2 punkty) a Trójmiastem (4 punktem) przy trasie A1 i A2 (6 punktów w Miejscach Obsługi Podróżnych). Każda z tych stacji sieci LOTOS posiada cztery stanowiska ładowania i została wyposażona w ładowarkę o łącznej mocy 150 kW obsługującą trzy międzynarodowe standardy: CHAdeMO, CCS, Type 2. W swoich dalszych planach LOTOS zakłada wyposażenie kolejnych 38 stacji w punkty ładowania energii elektrycznej²⁹.

Swoje pierwsze siedem stacji ładowania samochodów elektrycznych uruchomiła w 2018 roku Grupa Energa. Do końca 2019 roku Grupa Energa planuje mieć 54, a do roku 2022 roku – przynajmniej 100 stacji³⁰. Również Grupa PGE w 2018 roku otworzy-

²⁷ GreenWay podsumowuje rok 2018: Elektromobilność coraz bardziej dostępna, 4.01.2019, <https://greenway-polska.pl/greenway-podsumowuje-rok-2018-elektromobilnosc-coraz-bardziej-dostepna/> (5.05.2019).

²⁸ Pierwszy etap tworzenia pierwszej ogólnopolskiej sieci ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce. zakończony, 27.03.2019, <https://greenwaypolska.pl/pierwszy-etap-tworzenia-pierwszej-ogolnopolskiej-sieci-ladowania-pojazdow-elektrycznych-w-polsce-zakonczony/> (5.04.2019).

²⁹ Bezpłatne testy Niebieskiego Szlaku, 27.11.2018, http://www.lotos.pl/322/p,174,n,4842/grupa_kapitalowa/centrum_prasowe/aktualnosci/bezpłatne_testy_niebieskiego_szlaku (5.04.2019).

³⁰ 54 stacje ładowania samochodów elektrycznych do końca 2019 roku, 1.03.2019, <https://media.energa.>

ła pierwsze stacje ładowania i w marcu 2019 roku miała 11 stacji w siedmiu miastach (Warszawa, Łódź, Siedlce, Zakopane, Łądek Zdrój, Rzeszów i Krynica Zdrój). W planach tej Grupy uruchomienie do 2022 roku nawet 1 500 stacji.

Jesienią 2018 roku zaczęły działać cztery stacje ładowania ecoMoto przy dworcach PKP (Katowice, Katowice Ligota, Częstochowa i Gliwice). Wszystkie zostały wyposażone w dwa gniazda ładujące, każde o mocy 22 kW. Kolejne stacje mają powstać do końca 2019 roku przy sześciu dworcach: Warszawa Centralna, Warszawa Wschodnia, Wrocław Główny, Opole Główny, Gdynia Główna i Gdańsk³¹.

4. Szacowanie wpływu rozbudowy infrastruktury ładowania na system energetyczny

Oferta rynkowa pojazdów elektrycznych oraz rozwój infrastruktury ładowania są niewątpliwie istotnymi czynnikami wpływającymi na powodzenie procesu elektryfikacji transportu. Implementacja samochodów EV na szeroką skalę jest jednak ściśle powiązana także z funkcjonowaniem systemu energetycznego w Polsce.

W myśl zapisów opisywanej Ustawy obowiązek przygotowania systemu elektroenergetycznego oraz rozwoju infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w Polsce spoczywa na operatorach systemów dystrybucyjnych (OSD). OSD odgrywają przede wszystkim istotną rolę przy realizacji celów wyznaczonych w Ustawie dla gmin spełniających określone warunki, przedstawionych w tabeli 2. Według przyjętych założeń infrastruktura ta ma być rozwijana zgodnie z zasadami rynkowymi. Jeśli jednak dana gmina na podstawie uzasadnionej analizy stwierdzi, iż cele te nie mogą być osiągnięte, obowiązek rozwoju odpowiedniej liczby punktów ładowania będzie spoczywał na OSD.

Rozwiązanie to nazwano w ustawie „mechanizmem awaryjnym”, jednak z dużym prawdopodobieństwem można założyć, że w wielu gminach jedynie działania rynkowe nie wystarczą do powstania wymaganej liczby stacji ładowania. W ramach powyższego mechanizmu władze samorządowe uchwalają plan budowy ogólnodostępnych stacji ładowania, określając m.in. liczbę i lokalizację planowanych stacji oraz harmonogram budowy tych stacji. OSD będą następnie zobowiązani do wybudowania stacji ładowania w lokalizacjach wskazanych w planie. Rozwój odpowiedniej sieci punktów ładowania pojazdów elektrycznych nie będzie zatem możliwy bez aktywnego udziału OSD, oznaczających nakłady inwestycyjne ze strony koncernów energetycznych. Dodatkowo Ustawa w celu ułatwienia tworzenia nowej infrastruktury nakłada na OSD obowiązek współpracy na niedyskryminacyjnych zasadach z każdą osobą, która zakłada lub prowadzi publicznie dostępne punkty ładowania.

pl/pr/424600/54-stacje-ladowania-samochodow-elektrycznych-do-konca-2019-roku (5.04.2019).

³¹ PKP S.A. *uruchamia pierwsze stacje do ładowania samochodów elektrycznych*, 9.11.2018, <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/pkp-sa-uruchamia-pierwsze-stacje-do-ladowania-samochodow-elektrycznych-64977.html> (5.04.2019).

Kolejnym istotnym aspektem elektryfikacji sektora transportu, a także rozwoju funkcjonowania OSD jest potrzeba zaspokojenia nowego popytu na energię elektryczną, kreowanego przez rosnącą flotę pojazdów elektrycznych, oraz związane z nim obciążenia dla systemu elektroenergetycznego kraju.

Wielkość takiego dodatkowego obciążenia ma istotne znaczenie dla sprawnego wdrożenia całego procesu. Ministerstwo Energii szacuje, że milion pojazdów wygeneruje zapotrzebowanie na energię elektryczną wysokości ok. 2,3–4,3 TWh rocznie, co stanowi około 2% bieżącego zapotrzebowania na energię w Polsce, wynoszącego 171 TWh w 2018 roku³². Aktualnie jednak trudno oszacować, jak powyższy wskaźnik będzie kształtował się przez najbliższe lata.

Według różnych międzynarodowych instytucji w 2040 roku w Europie elektromobilność będzie odpowiadała za 11–13% zużycia energii elektrycznej³³. Można założyć, że w Polsce efekt ten będzie niższy ze względu na wolniejsze tempo rozwoju rynku samochodów elektrycznych. W literaturze przedmiotu opublikowano szereg wyników badań mających na celu dokładniejsze zanalizowanie możliwego wpływu samochodów elektrycznych na obciążenie sieci elektroenergetycznej.

Zespół naukowców z Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej opracował model stymulujący dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną pochodzące z ładowania 1 miliona pojazdów elektrycznych (PHEV oraz BEV)³⁴. Do budowy modelu wykorzystano m.in. dane historyczne obejmujące zapotrzebowania na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym w Polsce, szczegółowe charakterystyki odbywanych podróży przez pojazdy EV, a także potencjalne zmiany w cenie energii elektrycznej. Obliczenia przeprowadzono dla różnych poziomów udziału samochodów BEV w rynku w różne dni tygodnia oraz sezony roku. Wyniki wykazują, że milion samochodów elektrycznych będzie odpowiedzialny za stosunkowo niewielki jednorazowy wzrost poboru energii, maksymalnie wynoszący około 5–6%. W skali roku dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce oszacowano 4,41 TWh. Wyniki analizy wskazują jednak na potencjalną nierównomierność poboru energii, a w rezultacie negatywny wpływ na krajowy system elektroenergetyczny, ponieważ powiększy się różnica między szczytowym i pozaszczytowym popytem na energię elektryczną. Według autorów badania im większy udział samochodów BEV w całkowitej liczbie pojazdów elektrycznych, tym wyższe zapotrzebowanie szczytowe i bardziej zmienne zużycie energii, dlate-

³² B. Derski, *Import energii elektrycznej do Polski był w 2018 najwyższy w historii* (3.01.2019), <https://wysokienapiecie.pl/15972-import-energii-elektrycznej-polski-byl-w-2018-najwyzszy-w-historii/> (28.03.2019).

³³ *Electric Vehicle Outlook 2018*, Bloomberg New Energy Finance 2018, <https://bnef.turtl.co/story/evo2018?teaser=true> (28.03.2019); *Global Electric Vehicle Primer: fully charged by 2050*, Bank of America Merrill Lynch, 2017.

³⁴ P. Bralewski, Ł. Szablowski, K. Badyda, W. Bujalski, *Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce z punktu widzenia Krajowego Systemu Elektroenergetycznego*, „Nowa Energia” nr 4/2018.

go dla Krajowego Systemu Energetycznego (KSE) samochody typu PHEV stwarzają mniejsze ryzyko.

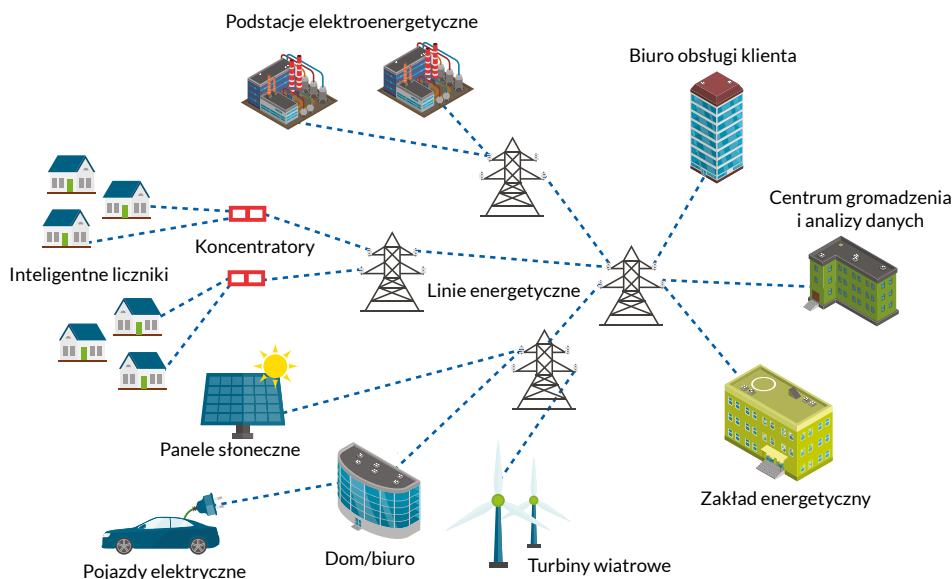
Powyższe wnioski są spójne z ogólnosiątkowym trendem dążenia od zwiększania elastyczności systemu elektroenergetycznego oznaczającej zdolność do utrzymania ciągłej pracy w warunkach szybkich i dużych wahań generacji i poboru energii elektrycznej. Jest to także istotny aspekt rozwoju elektromobilności w naszym kraju. O ile przewidywany wzrost krajowego zużycia energii elektrycznej związany z pojawieniem się dużej liczby pojazdów elektrycznych jest akceptowalny i bezpieczny dla funkcjonowania KSE, to właśnie nierównomierność poboru energii stanowi podstawowe wyzwanie. Według raportu Forum Energii, think tanku zajmującego się tematyką energetyczną, główne wyzwania dla polskiego sektora energetycznego związane z elektryfikacją sektora transportu to³⁵:

- nierównomierny przyrost zapotrzebowania na moc na poszczególnych obszarach (zurbanizowanych i wiejskich) oraz
- pojawienie się w systemie dystrybucyjnym średnich i niskich napięć nowych urządzeń odbiorczych o mocy od 50 kW do nawet 400–500 kW oraz związany z tym lokalny wzrost szczytowego zapotrzebowania na moc i przeciążenia elementów sieci.

Zwiększenie elastyczności sieci elektroenergetycznych powinno w dużej mierze zniwelować powyższe problemy w Polsce. Paradygmat elastyczności systemu energetycznego może natomiast zostać osiągnięty poprzez budowę tzw. inteligentnych sieci (ang. *smart grid*), stanowiących kompleksowe rozwiązanie energetyczne pozwalające na łączenie, dwukierunkową komunikację oraz optymalne sterowanie rozproszonymi dotychczas elementami infrastruktury energetycznej, zarówno po stronie wytwórców, jak i odbiorców energii elektrycznej. Rozwiązanie to umożliwia wzajemną wymianę i analizę informacji, np. poprzez rozwiązania pojazd–sieć (ang. *vehicle-2-grid*, V2G), a w efekcie zwiększenie efektywności zużycia energii elektrycznej³⁶. W przypadku elektromobilności szczególnie istotny jest tu aspekt dwukierunkowego przepływu energii umożliwiający jej pobór do pojazdu w okresach niskiego zapotrzebowania oraz przesył w odwrotnym kierunku w trakcie szczytowego zapotrzebowania na energię. Rysunek 8 prezentuje przykładowy schemat funkcjonowania *smart grid* oraz ich integracji z samochodami EV.

³⁵ L. Bronk, B. Czernecki, D. Magulski, *Elastyczność krajowego systemu elektroenergetycznego*, Forum Energii, Warszawa, luty 2019, https://www.cire.pl/pliki/1/2019/elastycznosc_kse.pdf (25.03.2019).

³⁶ *Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych*, Raport PSPA, Warszawa 2018, http://pspa.com.pl/assets/uploads/2018/10/V2G_raport_PL.pdf (30.03.2019).



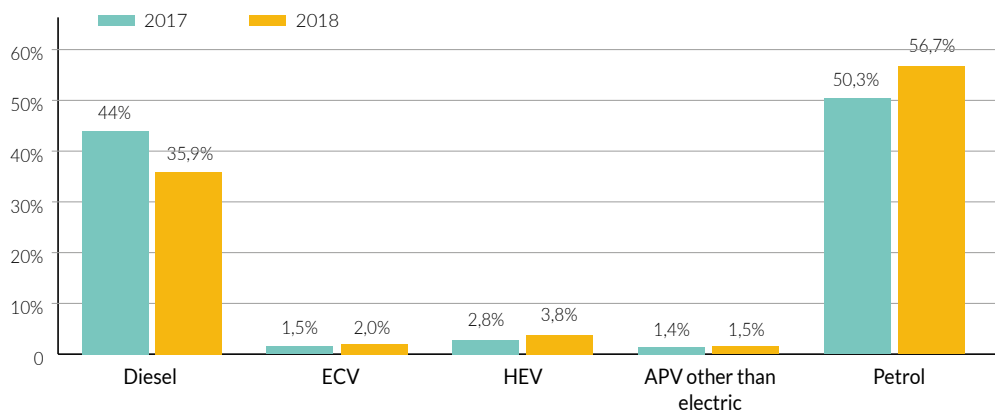
Rys. 8. Przykład inteligentnej sieci energetycznej

Źródło: M. Jaworowska, *PLC standardem przyszłości*, 22.03.2012, <https://elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci> (29.03.2019).

Podsumowanie

Proces wdrażania elektromobilności to aktualny oraz istotny element funkcjonowania współczesnego sektora transportu. W odpowiedzi na zachodzące zmiany zarządcy systemów transportowych oraz instytucje odpowiedzialne za kreowanie polityk transportowych (ang. *policy makers*), także w Polsce, przyjęły szereg dokumentów strategicznych mających za zadanie regulować i kontrolować adaptację do e-mobilności. Wszyscy najwięksi producenci samochodów w branży motoryzacyjnej również stale modyfikują swoje plany produkcyjne i oferują coraz szerszą gamę pojazdów EV.

Niemniej jednak prognozy dotyczące szybkiej i całkowitej elektryfikacji sektora transportu są nieuzasadnione. Pojazdy o napędzie konwencjonalnym (spalinowym) w dalszym ciągu stanowią ogromną większość spośród sprzedawanych pojazdów, a zmiany na tym polu zachodzą bardzo powoli, nawet na rynkach uważanych za innowacyjne i progresywne (rys. 9).



Rys. 9. Rejestracje nowych pojazdów w UE w latach 2017–2018

Źródło: *Economic and Market Report. EU Automotive Industry. Full-year 2018*, ASEA, February 2019, s. 8, https://www.acea.be/uploads/statistic_documents/Economic_and_Market_Report_full-year_2018.pdf (30.03.2019).

W Polsce elektryfikacja sektora transportu przebiega tradycyjnie wolniej niż na pozostałych rynkach europejskich. Dotyczy to zarówno liczby rejestrowanych samochodów elektrycznych, jak i rozwiązań systemowych wspierających rozwój elektromobilności. Przykładowo, według stanu na kwiecień 2019 roku w całej Polsce funkcjonowała jedynie jedna strefa czystego transportu, wprowadzona jako potencjalne rozwiązanie w przez Ustawę w styczniu 2018 roku. Co więcej, powyższa strefa w Krakowie jest objęta bardzo wieloma wyjątkami, co znacznie zmniejsza jej rzeczywistą efektywność.

W związku z powyższym należy przyjąć, iż milion samochodów elektrycznych na drogach w 2025 roku, stanowiący cel strategiczny polskiego Programu Rozwoju Elektromobilności, jest założeniem praktycznie nieosiągalnym. Niemniej jednak zmiany legislacyjne, ekonomiczne oraz technologiczne zachodzące w naszym kraju pozwalają zakładać dalszy dynamiczny wzrost sprzedaży pojazdów EV, a rozwój tego rynku dostarczy wielu interesujących tematów badawczych.

Bibliografia

- 54 stacje ładowania samochodów elektrycznych do końca 2019 roku, 1.03.2019, <https://media.energa.pl/pr/424600/54-stacje-ladowania-samochodow-elektrycznych-do-konca-2019-roku> (5.04.2019).
- Barometr elektromobilności 2018, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA), Warszawa 2018, http://pspa.com.pl/assets/uploads/2018/06/RAPORT_Barometr_Elektromobilnosci_2018-1.pdf (25.03.2019).
- Bezpłatne testy Niebieskiego Szlaku, 27.11.2018, http://www.lotos.pl/322/p,174,n,4842/grupa_kapitalowa/centrum_prasowe/aktualnosci/bezplatne_testy_niebieskiego_szlaku (5.04.2019).
- Bralewski P., Szablowski Ł., Badyda K., Bujalski W., *Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce z punktu widzenia Krajowego Systemu Elektroenergetycznego „Nowa Energia”* nr 4/2018.
- Bronk L., Czernecki B., Magulski B., *Elastyczność krajowego systemu elektroenergetycznego*, Forum Energii, Warszawa, luty 2019. https://www.cire.pl/pliki/1/2019/elastycznosc_kse.pdf (25.03.2019).
- Derski B., *Import energii elektrycznej do Polski był w 2018 najwyższy w historii*, 3.01.2019, <https://wysokienapiecie.pl/15972-import-energii-elektrycznej-polski-byl-w-2018-najwyzszy-w-historii/> (28.03.2019).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz. U. L 307, 28.10.2014, s. 1–20.
- Economic and Market Report. EU Automotive Industry. Full-year 2018*, ASEA, February 2019, https://www.acea.be/uploads/statistic_documents/Economic_and_Market_Report_full-year_2018.pdf (30.03.2019).
- Electric Vehicle Outlook 2018*, Bloomberg New Energy Finance 2018, <https://bnef.turtl.co/story/evo2018?teaser=true> (25.03.2019).
- Global Electric Vehicle Primer: fully charged by 2050*, Bank of America Merrill Lynch, 2017.
- Global EV Outlook 2018*, International Energy Agency, IEA, Paryż 2018. <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2018> (23.03.2019).
- Global EV Outlook 2017*, International Energy Agency, Paryż 2017, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO-outlook2017.pdf> (23.03.2019).
- GreenWay podsumowuje rok 2018: Elektromobilność coraz bardziej dostępna*, 4.01.2019, <https://greenwaypolska.pl/greenway-podsumowuje-rok-2018-elektromobilnosc-coraz-bardziej-dostepna/> (5.05.2019).
- Guo Ch. i in., *Planning of Electric Vehicle Charging Infrastructure for Urban Areas with Tight Land Supply*, „Energies” nr 11/2018.
- Hertzke P. i in., *The global electric-vehicle market is amped up and on the rise*, McKinsey & Company, maj 2018, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-global-electric-vehicle-market-is-amped-up-and-on-the-rise> (23.03.2019).

<https://blinkeecity.pl>.
<https://elektrowoz.pl>.
<https://www.gov.pl/web/energia/elektromobilnosc-w-polsce>.
<https://pgemobility.pl> (3.05.2019).
<http://pspa.com.pl>.
<https://www.tauron.pl/tauron/tauron-innowacje/carsharing> (3.05.2019).
Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych, Wytyczne dla miast, GreenWay, CleanTechnica, Warszawa 2018, https://greenwaypolska.pl/wp-content/uploads/sites/7/2018/05/GreenWay_Infrastruktura_ladowania_pojazdow_elektrycznych_Wytyczne_dla_miast_www_maj_2018.pdf (30.03.2019).
 Jaworowska M., *PLC standardem przyszłości*, 22.03.2012, <https://elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci> (29.03.2019).
 Jimin H. i in., *A Review of Demand Forecast for Charging Facilities of Electric Vehicles*, w: 2017 2nd Asia Conference on Power and Electrical Engineering (ACPEE 2017), IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 199 (2017) 012040, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/199/1/012040/pdf> (30.03.2019).
Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Ministerstwo Energii, Warszawa 2017.
 Lam A.Y., Leung Y.-W., Chu X., *Electric vehicle charging station placement*, w: IEEE SmartGridComm 2013 Symposium – Smart Grid Services and Management Models, IEEE 2013.
 Liu Z., Zhang W., Ji X., Li K., *Optimal Planning of charging station for electric vehicle based on particle swarm optimization*, „IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies 2012”.
 Ma J., Zhang L., *A Deploying Method for Predicting the Size and Optimizing the Location of an Electric Vehicle Charging Stations*, „Information” nr 9(170)/2018.
Pierwszy etap tworzenia pierwszej ogólnopolskiej sieci ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce zakończony, 27.03.2019, <https://greenwaypolska.pl/pierwszy-etap-tworzenia-pierwszej-ogolnopolskiej-sieci-ladowania-pojazdow-elektrycznych-w-polsce-zakonczone> / (5.04.2019).
 PKP S.A. *uruchamia pierwsze stacje do ładowania samochodów elektrycznych*, 9.11.2018, <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/pkp-sa-uruchamia-pierwsze-stacje-do-ladowania-samochodow-elektrycznych-64977.html> (5.04.2019).
Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych, Raport PSPA, Warszawa 2018, http://pspa.com.pl/assets/uploads/2018/10/V2G_raport_PL.pdf (30.03.2019).
Polska na drodze do elektromobilności, TOR, Warszawa, wrzesień 2018.
Polski rynek nowych autobusów w 2018 roku, http://www.infobus.pl/polski-rynek-nowych-autobusow-w-2018-roku_more_111812.html (26.03.2019).
Polish EV Outlook 2019, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Frost & Sullivan, Warszawa 2019.

- Półowa aut szeringowych w Polsce jeździ po stolicy*, 30.04.2019, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/polowa-aut-szeringowych-w-polsce-jezdzi-po-stolicy-61536.html> (3.05.2019).
- Shahan Z., *CleanTechnica Busts Into Electric Car Wilderness*, 31.10.2015, <https://cleantechnica.com/2015/10/31/cleantechnica-busts-into-electric-car-wilderness/> (27.03.2019).
- Skłodowska M., *Polska podwaja liczbę stacji ładowania samochodów elektrycznych*, <https://wysokienapiecie.pl/13819-stacje-ladowania-powstaja-przy-trasach-i-w-miastach/> (26.03.2019).
- Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Dokument przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r., Warszawa 2017.
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018 poz. 317.
- Vazifeh M.M. i in., *Optimizing the deployment of electric vehicle charging stations using pervasive mobility data*, „Transportation Research Part A”, nr 121/2019.
- Wang G., Xu Z., Wen F., Wong K.P., *Traffic-constrained multi-objective planning of electric-vehicle charging stations*, “IEEE Transactions on Power Delivery” nr 28 (4)/2013.
- Warszawa. Solaris wybrany. Sprzeda stolicy elektrobusey za 400 mln zł, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-solaris-wybrany-sprzedza-stolicy-elektrobusey-za-400-mln-zl-61228.html> (26.03.2019).

Streszczenie

W rozdziale przedstawiono najważniejsze elementy składowe procesu elektromobilności w Polsce, ze szczególnym naciskiem na zmiany zachodzące w latach 2017–2018. W opracowaniu przedstawiono zarówno wdrożone zmiany legislacyjne, jak i podstawowe trendy na rynku samochodów elektrycznych w Polsce. Ostatnia część pracy jest poświęcona infrastrukturze ładowania pojazdów EV w kontekście wytycznych i metodyki określania lokalizacji punktów ładowania pojazdów elektrycznych oraz szacunków dotyczących zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną związanego z elektromobilnością w Polsce.

Słowa kluczowe: e-mobilność, współdzielona mobilność na żądanie, stacja ładowania, BEV, Polska.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE ELECTROMOBILITY SYSTEM IN POLAND

SUMMARY

This chapter presents the analysis of the process of electrification of transport sector in Poland, particularly of the latest period, between 2017–2018. It presents both changes implemented in legislative framework as well as most important trends of the electric-vehicle (EV) market in Poland. The last part of the analysis focus on the charging infrastructure for EVs – it presents review of existing approaches of planning and deployment of electric vehicle charging stations and estimates of predicted additional demand for electric energy, linked with wider adoption of EVs in Poland.

Keywords: e-mobility, shared mobility on demand, sharging station, BEV, Poland.

JEL: L92, L94, O18, R40, R48



Dr hab. Jana Pieriegud, prof. SGH

Inżynier i ekonomista transportu. Kieruje Katedrą Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością w Instytucie Infrastruktury, Transportu i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Jej zainteresowania badawcze koncentrują się wokół technologicznych i ekonomicznych aspektów rozwoju systemów transportowych i logistycznych, a także inteligentnych miast i nowych koncepcji mobilności. Jest autorką i współautorką ok. 150 publikacji, współredaktorką monografii poświęconych przyszłości sektorów infrastrukturalnych, wydanych w ramach serii „Publikacje Europejskiego Kongresu Finansowego”. Jest niezależną ekspertką kilku instytucji i agencji wykonawczych ds. innowacji i badań w Polsce (NCBiR, NCN) i za granicą: Austrian Research Promotion Agency (FFG), Innovation and Network Executive Agency przy Komisji Europejskiej. W latach 2013–2015 uczestniczyła w pracach Transport Advisory Group w ramach Programu Horyzont 2020. Jest członkinią Komitetu Naukowego Shift2Rail – europejskiego programu badań i innowacji dla transportu kolejowego, a także Rady Naukowej Fundacji Pro Kolej. Autorka raportu „Digital transformation of railways” (2018).

Rozwój rynku elektromobilności w krajach ościennych Polski

Wprowadzenie

W ostatnich kilku latach rządy poszczególnych krajów, producenci, firmy z sektora elektroenergetycznego i wiele innych podmiotów podejmują działania, których celem jest rozwój elektromobilności na rynkach krajowych. Do trzech głównych czynników, jakie zdaniem potencjalnych użytkowników w pełni pojazdów elektrycznych są kluczowe przy podjęciu decyzji o ich zakupie, należą: cena pojazdu, jego zasięg na jednym ładowaniu oraz czas ładowania baterii. Aby spełnić te kryteria na akceptowalnym dla użytkownika poziomie, należy zapewnić odpowiednią technologiczną, ekonomiczną i organizacyjną efektywność funkcjonowania systemu elektromobilności zarówno na poziomie przedsiębiorstw, gospodarek krajowych, jak i na poziomie globalnym, a co zatem idzie, ponieść ogromne nakłady na prace badawczo-rozwojowe, stworzenie sieci infrastruktury do ładowania pojazdów czy też stymulowanie popytu za pomocą systemu zachęt dla wszystkich interesariuszy tego systemu. W różnych krajach w poszczególnych obszarach systemu elektromobilności osiągnięto zróżnicowane postępy. Celem rozdziału było przeanalizowanie poziomu rozwoju rynku elektromobilności w sześciu krajach ościennych Polski¹ oraz porównanie go z polskim rynkiem według stanu na koniec 2018 roku.

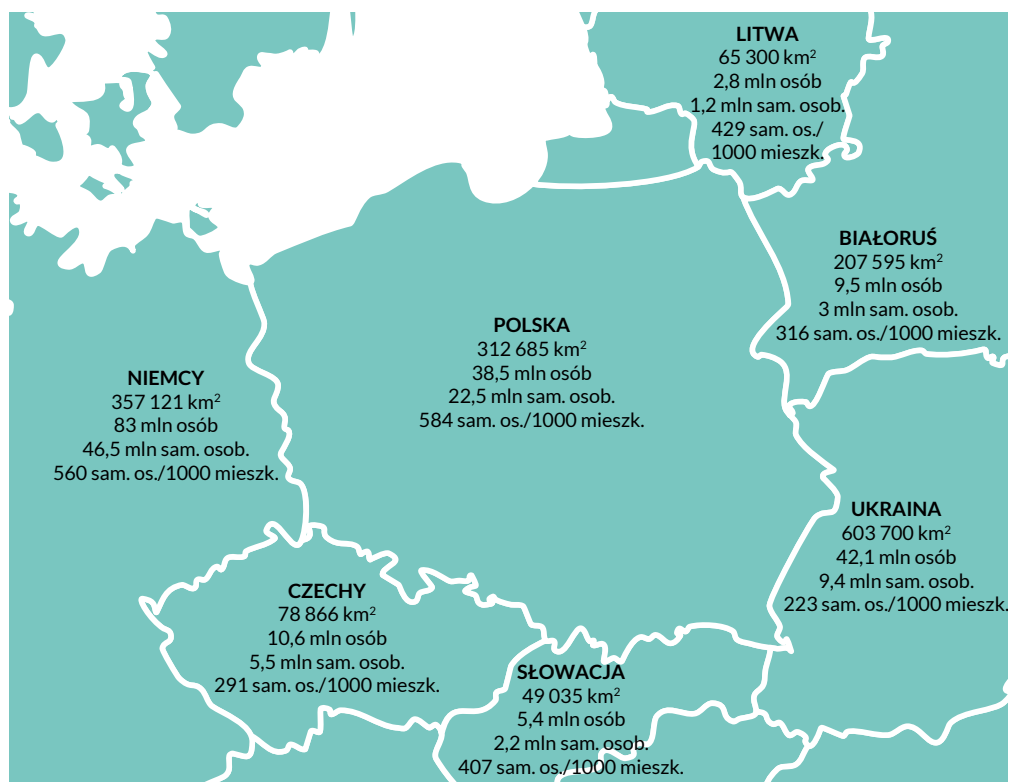
Rynek każdego kraju został przeanalizowany pod kątem pięciu kluczowych elementów systemu elektromobilności: popyt i podaż na rynku samochodów osobowych, instrumenty wsparcia, usługi współdzielone dostępne na żądanie użytkowników (car-sharing, bike-sharing, scooter-sharing), dostępność i standardy stacji ładowania, elektryfikacja publicznego transportu zbiorowego (e-busy). Dla potrzeb analizy wykorzystano bazy danych urzędów statystycznych analizowanych krajów, European Alternative Fuel Observatory (EAFO)², raporty i serwisy branżowe, a także dane udostępniane przez producentów pojazdów, operatorów stacji ładowania oraz świadczących usługi mobilności współdzielonej.

W celu porównania poziomu rozwoju elektromobilności według stanu na koniec 2018 roku w siedmiu krajach, które różnią się zarówno pod względem powierzchni, populacji, jak i poziomem motoryzacji, w ostatniej części rozdziału dodatkowo wykorzystano dwa wskaźniki: udział samochodów osobowych BEV w ogólnej liczbie

¹ Z analizy wykluczono obwód kaliningradzki.

² <https://www.eafo.eu> (1.04.2019).

zarejestrowanych samochodów oraz liczba BEV przypadających na jedną publiczną stację ładowania.



Rys. 1. Polska i jej kraje ościennie (dane za 2018 r.)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych urzędów statystycznych.

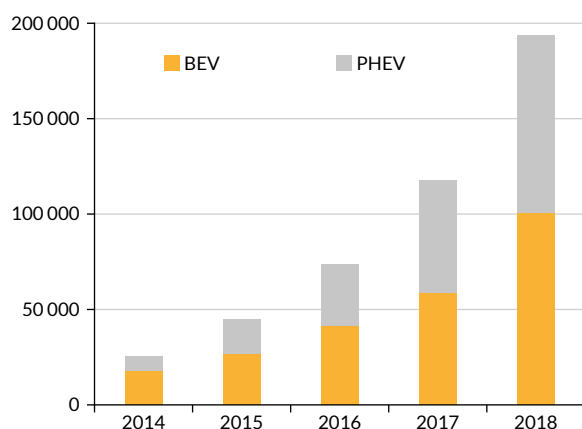
1. Niemcy

1.1. Samochody osobowe

Według danych EAFO liczba samochodów BEV na koniec 2018 roku na niemieckim rynku przekroczyła poziom 100 tys. pojazdów, a PHEV – 90 tys. (rys. 2). Według Federalnego Urzędu Transportu Samochodowego (niem. The Kraftfahrt-Bundesamt, KBA) w 2018 roku zarejestrowanych zostało ponad 36 tys. nowych pojazdów elektrycznych (o 44% więcej niż w 2017 roku)³. Łącznie na rynku niemieckim dostępnych było ponad 60 modeli elektrycznych samochodów (tab. 1), w tym 29 kategorii BEV,

³ W ustawie o elektromobilności (Elektromobilitätsgesetz) z 5 czerwca 2015 roku pojazdy elektryczne zdefiniowane zostały jako pojazdy o napędzie elektrycznym, wykorzystujące wodorowe ogniwa paliwowe oraz hybrydy plug-in o maksymalnej emisji 50g CO₂/km lub o zasięgu elektrycznym przynajmniej 40 km. Samochody takie uzyskują specjalne oznakowanie dodatkową literą „E” na tablicach rejestracyjnych.

1 – REEV (BMW i3) i 2 – FCEV (Hyundai ix35 Fuel Cell, Toyota Mirai). Najlepiej sprzedawanymi markami BEV w 2018 roku były VW (6,8 tys. nowych rejestracji), SMART (6,8 tys.) i RENAULT (6,4 tys.). Na kolejnych miejscach znalazły się: BMW (3,8 tys.), KIA (3,4 tys.), NISSAN (2,5 tys.), HYUNDAI (2,1 tys.), TESLA (1,9 tys.). Do najbardziej popularnych modeli należały: Renault Zoe, VW Golf, Smart Fortwo, BMW i3, Kia Soul, Smart Forfour, Nissan Leaf⁴.



Rys. 2. Liczba pojazdów BEV i PHEV w Niemczech w latach 2014–2018

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

Tab. 1. Modele pojazdów elektrycznych dostępnych w Niemczech (na 1.01.2018)

Segment pojazdu	Modele BEV	Modele PHEV
Małe miejskie	BMW i3 (również model kategorii REEV) Citroën C-ZERO Smart EQ fortwo Smart EQ forfour Smart EQ fourtwoCabrio Mitsubishi Electric Vehicle Peugeot i-ON Renault ZOE VW e-up! VW e-load Up!	BMW MINI Countryman

⁴ H. Bekker, 2018 (Full Year) Germany: Best-Selling Electric Car Brands and Models, 8.01.2019, <https://www.best-selling-cars.com/germany/2018-germany-best-selling-electric-car-brands-and-models/> (5.04.2019).

Segment pojazdu	Modele BEV	Modele PHEV
Kompaktowe	Ford Focus Electric Hyundai IONIQ Elektro MB B 250e Nissan Leaf Nissan e-NV200 Evalia Opel Ampera-e VW e-Golf	Audi A3 Sportback e-tron BMW 225xe Active Tourer Ford C-Max Energi Hyundai IONIQ Plug-in hybrid Toyota Prius Plug-in hybrid VW Golf GTE
Klasa średnia		BMW 330e BMW 530e Kia Optima Sport wagon Plug-in hybrid Kia Optima Plug-in hybrid MB C 350e Limousine MB C 350e T-Modell MB E 350e Limousine VW Passat GTE Limousine VW Passat GTE Variant Volvo V60 D6 Twin Engine (Plug-in hybrid) Volvo S90 T8 Twin Engine AWD (Plug-in hybrid) Volvo V90 T8 Twin Engine AWD (Plug-in hybrid)
SUV	Citroën E-MEHARI Kia Soul EV Tesla Model X	Audi Q7 e-tron BMW X5 xDrive 40e Kia Niro Plug-in hybrid MB GLC FuelCell MB GLC 350e MB GLE 500e Mitsubishi Outlander Plug-in hybrid Porsche Cayenne S E-Hybrid Volvo XC60 T8 Twin Engine AWD (Plug-in hybrid) Volvo XC90 T8 Twin Engine AWD (Plug-in hybrid)
Luksusowe	Tesla Model S	BMW 740Le xDrive BMW 740Le BMW 740e MB S560e Porsche Panamera S E-Hybrid
Dostawcze	Citroën Berlingo Electric Nissan e-NV200 delivery van Nissan e-NV200 Combi Peugeot Partner Electric Renault Kangoo Z. E. Renault Kangoo Maxi Z. E.	

Segment pojazdu	Modele BEV	Modele PHEV
Lekki pojazd ciężarowy	Streetscooter Work (B14) Streetscooter Work (D16)	
Sportowe		BMW i8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Progress Report 2018 – Market ramp-up phase*, German National Platform for Electric Mobility (NPE), Berlin, May 2018, s. 20–21, http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationen/NPE_Progress_Report_2018.pdf (7.04.2019).

Niemiecki przemysł samochodowy ma ambicje odgrywania roli globalnego lidera w obszarze elektromobilności. W 2017 roku na rynku były dostępne 33 modele samochodów elektrycznych niemieckich producentów. Przewiduje się, że do 2020 roku liczba modeli się zwiększy do 100, a do 2025 roku – do 150. Wiodący niemieccy producenci oraz dostawcy podzespołów do 2020 roku planują zainwestować w rozwiązania technologiczne związane z pojazdami ok. 40 mld USD⁵. Wydatki sektora publicznego i prywatnego na prace badawczo-rozwojowe w latach 2011–2017 roku wyniosły ok. 2 mld EUR, a do 2020 roku potrzeby w tym zakresie są oceniane na kolejny miliard EUR.

1.2. Ramy prawne i instrumenty wsparcia elektromobilności

Tworzenie otoczenia regulacyjnego i systemu zachęt dla rozwoju elektromobilności w Niemczech rozpoczęto ponad dziesięć lat temu. W 2009 roku opublikowany został Narodowy Plan Rozwoju Elektromobilności, a w 2010 roku powołano dedykowaną jednostkę – GGEMO (Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität), której zadaniem jest koordynowanie wszystkich działań rządowych na rzecz elektromobilności. W 2010 roku powstała także krajowa platforma na rzecz rozwoju elektromobilności (Nationale Plattform Elektromobilität, NPE)⁶, w ramach której w grupach roboczych współpracują przedstawiciele administracji rządowej, przemysłu, instytucji badawczych oraz związków zawodowych. W czerwcu 2015 roku przyjęta została ustawa dotycząca elektromobilności (Elektromobilitätsgesetz, EmoG), która zawiera regulacje prawne i instrumenty wspierające rozwój elektromobilności. Od maja 2016 roku wprowadzone zostały m.in. dopłaty dla nabywców samochodów (tzw. *Umweltprämie* – premie środowiskowe)⁷: 4 tys. EUR w przypadku zakupu pojazdów zasilanych

⁵ *Annual Report 2018*, VDA, s. 6, 108–111,

<https://www.vda.de/en/services/Publications/annual-report-2018.html> (7.04.2019).

⁶ <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de> (5.04.2019).

⁷ Dopłaty są przewidziane do połowy 2019 roku dla modeli z ceną katalogową netto do 60 000 EUR i są finansowane w połowie przez rząd oraz w połowie przez producentów za pomocą specjalnie utworzonego funduszu 1,2 mld EUR zarządzanego przez BAFA (niem. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle).

nych wyłącznie z baterii i wykorzystujących wodorowe ogniwa paliwowe oraz 3 tys. EUR – dla PHEV. Oprócz tego, do końca 2020 roku obowiązywać będzie zwolnienie z podatku dla pojazdów BEV. Władze na szczeblu lokalnym mają możliwość wprowadzania preferencji związanych z poruszaniem się i parkowaniem pojazdów w centrach miast. Według szacunków ekspertów NPE dotychczasowa dynamika rozwoju rynku oraz wprowadzone i planowane zachęty wskazują, że poziom miliona zarejestrowanych pojazdów elektrycznych zostanie osiągnięty nie wcześniej niż w 2022 roku⁸.

1.3. Współdzielona mobilność na żądanie

Pojazdy elektryczne można wypożyczyć na minuty u operatorów car-sharingu w wielu niemieckich miastach. Według danych BCS łączna liczba pojazdów BEV i PHEV oferowanych przez wszystkich operatorów na początku 2019 roku wynosiła ponad 1 700 pojazdów, co stanowiło ok. 10% ich floty ogółem⁹. Podmioty oferujące usługę współdzielonego samochodu elektrycznego można podzielić na trzy zasadnicze grupy.

Pierwszą grupę stanowią operatorzy car-sharingu, którzy od kilkunastu lat świadczą swoje usługi (tzw. zasiedziali) oraz wprowadzają stopniowo jeden lub więcej modeli samochodów elektrycznych. Większość z nich zakupiła swoje pojazdy elektryczne w ramach projektów na szczeblu federalnym lub lokalnym w celu umożliwienia swoim klientom przetestowania pojazdów i infrastruktury ładowania, a także w ramach integracji pojazdów elektrycznych z innymi pojazdami tego samego producenta. Łączna liczba pojazdów elektrycznych tych operatorów wzrosła w 2018 roku z 321 do 498. Jednak nadal stanowią one jedynie 2% ich całkowitej floty.

Druga grupa to nowi gracze, zazwyczaj start-upy, które powstały w ostatnich latach przy wsparciu programów na rzecz rozwoju elektromobilności oraz posiadają w swojej ofercie wyłącznie pojazdy elektryczne, a także za pomocą car-sharingu poszukują modeli biznesowych w celu rozwoju nowych usług. Jednak większość z tych podmiotów po upływie okresu subwencji publicznej nie osiąga pozytywnych wyników ekonomicznych i po wstrzymaniu wsparcia kończy swoją działalność. W dużej liczbie przypadków umowy leasingowe na samochody wygasły z końcem 2018 roku i zostały one wycofane z floty operatorów. Jednocześnie na rynku powstały spółki założone przez operatorów z sektora elektroenergetycznego, często funkcjonujące w małych miejscowościach, posiadające własną sieć ładowania pojazdów. Łączna liczba pojazdów operatorów z drugiej grupy w 2018 roku spadła z 431 do 304.

Najwięcej pojazdów elektrycznych (ponad 1 000) znajdowało się u trzeciej grupy operatorów, którzy zostali powołani przez producentów samochodów. Jednym

⁸ *Progress Report 2018 – Market ramp-up phase*, German National Platform for Electric Mobility (NPE), Berlin, May 2018, s. 20–21, http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationen/NPE_Progress_Report_2018.pdf (7.04.2019).

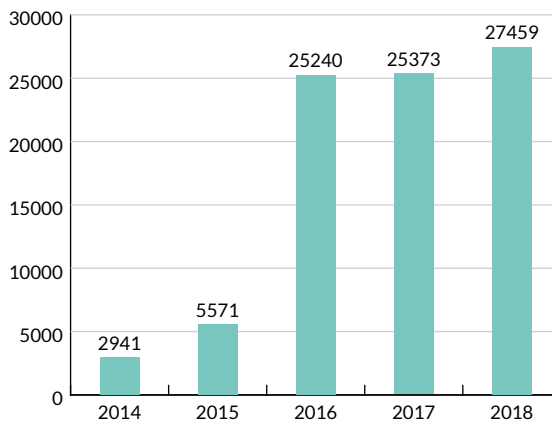
⁹ *Elektrofahrzeuge in CarSharing-Flotten – Chancen realisieren, Herausforderungen meistern*, BCS, CarSharing fact sheet, nr 5, czerwiec 2018 r., s. 2, https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs_factsheet_5_download.pdf (15.04.2019).

z największych jest SHARE NOW – podmiot utworzony wspólnie na początku 2019 roku przez Grupę BMW (DriveNow) i Daimler (car2go), działający w Monachium, Berlinie, Hamburgu i Düsseldorfie oraz posiadający w swojej flocie BMW i3 i BMW MINI Countryman¹⁰. Jednakże pojazdy elektryczne wykorzystywane są głównie jako „jeżdżąca reklama” oraz narzędzie marketingowe potwierdzające politykę zrównoważonej mobilności. Również Grupa VW w 2019 roku planuje uruchomienie operatora oferującego 1 500 kompaktowych VW e-Golf w Berlinie, a następnie rozszerzenie floty o kolejne 500 VW e-up! Z kolei wypożyczalnia samochodów Sixt rok po sprzedaży w marcu 2018 roku swoich udziałów w DriveNow BMW uruchomiła własną usługę Sixt Share w 10 niemieckich miastach. W jej ofercie w Berlinie już pojawiły się samochody elektryczne Renault ZOE¹¹.

Na rynku niemieckim funkcjonują też operatorzy współdzielonych elektrycznych rowerów (np. Lime i Sacoora w Berlinie) i skuterów (np. Coup, Emmy, Tier, Sacoora w Berlinie).

1.4. Stacje ładowania

Liczba stacji ładowania pod koniec 2018 roku wynosiła ok. 27,5 tys., chociaż w ostatnich dwóch latach zwiększyła się ona jedynie o 2,2 tys. stacji (rys. 3). Udało się jednak utworzyć ogólnokrajową sieć 400 stacji pozwalającą na szybkie ładowanie samochodów na autostradach.



Rys. 3. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania samochodów elektrycznych w Niemczech

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

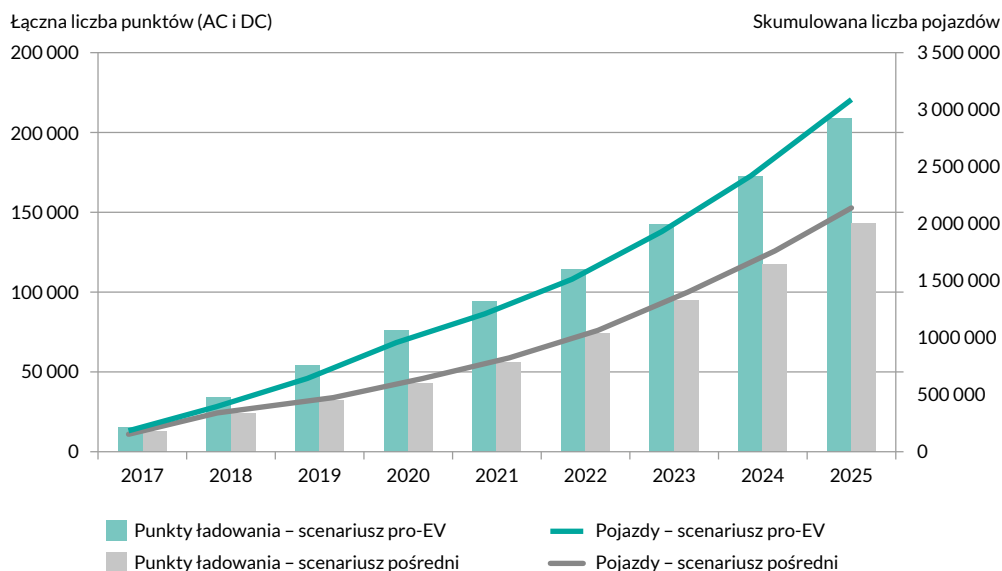
Jednocześnie według obliczeń NPE, aby osiągnąć postawiony cel miliona pojazdów elektrycznych, konieczne będzie zainstalowanie 70 tys. publicznych punktów ładowania AC i 7,1 tys. publicznych punktów ładowania DC, a także około miliona prywatnych punktów ładowania. Scenariusz zakładający wzrost rynku (pro-EV na rys. 4) przewiduje,

¹⁰ <https://www.drive-now.com> (15.04.2019).

¹¹ W listopadzie 2018 roku wypożyczalnia Sixt przejęła berliński start-up Chargery oferujący mobilne usługi ładowania samochodów elektrycznych z wykorzystaniem przyczepy do roweru. <https://www.sixt.de/en/share/> (15.04.2019).

że do 2025 roku niezbędnych będzie od 130 tys. do 190 tys. publicznych punktów ładowania AC, od 13 tys. do 19 tys. publicznych punktów ładowania DC oraz od 2,4 do 3,5 mln punktów prywatnej infrastruktury. Potrzebne są zatem działania w celu rozbudowy prywatnej infrastruktury w miejscach zamieszkania, co napotyka bariery prawne¹².

Przewiduje się, że w ramach dofinansowania programu wsparcia inwestycji w infrastrukturę ładowania (ok. 300 mln EUR) ma powstać co najmniej 15 tys. stacji ładowania, w tym 5 tys. szybkich. Ważną kwestią związaną z infrastrukturą ładowania stało się doprecyzowanie przepisów w prawie energetycznym, żeby operatorzy punktów ładowania uznawani byli za odbiorców końcowych, a nie za przedsiębiorstwa energetyczne, dzięki czemu nie będzie dotyczył ich obowiązek uzyskania specjalnych koncesji czy licencji związanych ze sprzedażą energii. Jest to tym bardziej ważne, że sporym problemem praktycznym w Niemczech jest słaba dostępność prywatnych punktów ładowania. Aby rozbudowa takich punktów była możliwa, muszą zostać stworzone odpowiednie warunki prawne, zarówno w zakresie prawa budowlanego, jak i prawa własności i najmu nieruchomości. Zgodnie z obecnym prawem najmu najemca nie może bez zgody wynajmującego dokonać zmian konstrukcyjnych budynku, w tym instalacji infrastruktury ładowania¹³.



Rys. 4. Scenariusze rozwoju rynku samochodów elektrycznych oraz punktów ładowania samochodów w Niemczech do 2025 roku

Źródło: *Progress Report 2018*, dz. cyt., s. 55.

¹² *Progress Report 2018*, dz. cyt., s. 6, http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationen/NPE_Progress_Report_2018.pdf (7.04.2019).

¹³ *Sektor elektromobilności w Niemczech*, Polska Agencja Inwestycji i Handlu, Grupa PRF, Warszawa, październik 2018, s. 15–16, https://www.paih.gov.pl/files/?id_plik=34085 (15.04.2019).

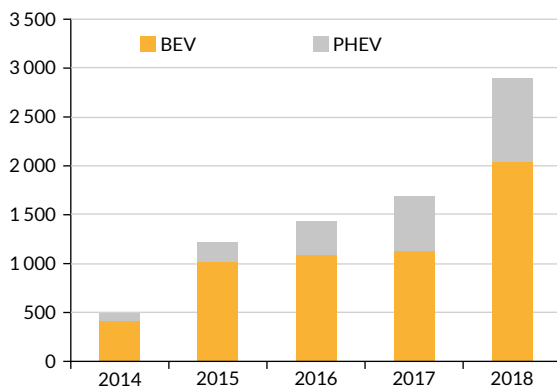
1.5. Autobusy elektryczne

Na początku 2019 roku w miastach eksploatowane były 83 elektryczne autobusy i 120 PHEV. Do 2030 roku największe aglomeracje w Niemczech – Berlin, Hamburg, Monachium, Kolonia i Frankfurt nad Odrą – planują zakupić co najmniej 3 000 elektrycznych autobusów. Również w innych miastach planuje się wprowadzenie e-busów. Na przykład w Dortmundzie w latach 2020–2023 ma pojawić się 30–45 nowoczesnych e-busów. Wiele innych miast od 2020 roku będzie zamawiać tylko elektryczne pojazdy¹⁴.

2. Czechy

2.1. Samochody osobowe

W latach 2014–2018 liczba BEV na czeskim rynku wzrosła 4-krotnie – do ponad 2 tys. pojazdów; jeszcze wyższą dynamikę miał segment PHEV (rys. 5). Krajowy plan dotyczący bezemisyjnej mobilności zakłada, że do 2030 roku liczba samochodów elektrycznych zwiększy się do 250 tys. Będzie to jednak w dużym stopniu uzależnione od tego, jak szybko i w jakim stopniu wprowadzone zostaną regulacje w zakresie zachęt dla nabywców pojazdów elektrycznych – zarówno indywidualnych, jak i biznesowych. Mimo podpisanego jesienią 2017 roku memorandum w sprawie przyszłości rozwoju branży motoryzacyjnej, do tej pory nie zostały wprowadzone regulacje krajowe wspierające rozwój elektromobilności.



Rys. 5. Liczba pojazdów BEV i PHEV w Czechach w latach 2014–2018

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

Czechy posiadają wieloletnią tradycję produkcji samochodów osobowych. Škoda Auto, należąca do Grupy VW, planuje do 2025 roku produkować jedną czwartą swoich samochodów z silnikami elektrycznymi. Pierwszy seryjny model Škoda Superb PHEV oraz w pełni elektryczny model Škoda Citigo E mają powstać w 2019 ro-

¹⁴ *Germany 2030: 3,000 electric buses in 5 biggest cities*, 5.11.2018, <https://www.sustainable-bus.com/news/germany-electric-bus-biggest-cities-3000-berlin-hamburg-cologne-frankfurt-munich/> (15.04.2019).

ku, natomiast w 2020 roku ma się rozpocząć produkcja modelu Škoda Vision E (bazującym na koncepcyjnym VW ID Crozz) w zakładach Mlada Boleslav. Oprócz pojazdów elektrycznych będą produkowane podzespoły do PHEV dla różnych modeli Grupy Volkswagen. Do 2023 roku w nowe linie produkcyjne i projekty związane z elektromobilnością producent zamierza zainwestować ok. 2 mld EUR.

2.2. Współdzielona mobilność na żądanie

W Pradze samochody elektryczne VW e-up! i VW e-Golf można wypożyczyć na minuty u operatora car4way¹⁵. Oprócz tego jesienią 2018 roku czeski start-up Re-Volt uruchomił w Pradze usługę car-sharingową, oferującą wypożyczenie małych dwuosobowych pojazdów elektrycznych (wymiary: 2,2 × 1,3 × 1,6 m, maks. zasięg: 114 km; maks. prędkość: 78 km/h) oraz motocykli (wymiary: 1,9 × 0,7 × 1,3 m, maks. zasięg: 80 km; maks. prędkość: 45 km/h). Na początku 2019 roku dostępnych było 20 samochodów i 4 motocykle elektryczne¹⁶.

W ostatnich dwóch latach coraz bardziej popularne stało się wykorzystywanie rowerów elektrycznych w usługach turystycznych w miastach. Na przykład wycieczki e-rowerami po Pradze są oferowane przez kilka firm, m.in.: e-biketrip, Prague By E-bike, City Bike Prague. Praga ma również lokalnego producenta e-rowerów AGOGS, w którego ofercie znajdują się dwukołowce zarówno do jazdy po mieście, jak i po górach czy do trekkingu.

Rozszerzyła się także istotnie oferta bike-sharingu. W kwietniu 2019 roku w Pradze uruchomił swoje usługi Homeport. System ten jest już piątą generacją bike-sharingu, który pozwala na połączenie tradycyjnego oraz elektrycznego roweru, a także modelu biznesowego z użyciem stacji dokowania i ładowania rowerów oraz tzw. *freebike*, w którym rowery mogą być zostawiane w określonych strefach miasta i hotspotach (tzw. wirtualne stacje). W praskim Homeport dostępnych jest 500 elektrycznych rowerów. Usługa jest rozwijana także w innym czeskim mieście – Kladno.



Rys. 6. Systemy bike-sharingu Homeport w Pradze i Kladno

Źródło: www.homeport.cz.

¹⁵ www.car4way.cz (5.04.2019).

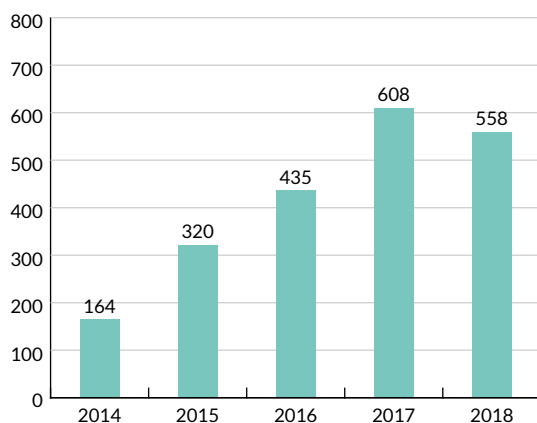
¹⁶ <https://revolt.city> (5.04.2019).

Jednocześnie rośnie popyt na skutery elektryczne, stworzone w stylu retro przy użyciu nowoczesnych technologii. Dzięki temu trendowi odrodził się legendarny skuter Čezeta. Opracowanie prototypu produkowanego obecnie skutera trwało cztery lata. Elektryczny skuter inspirowany stylem retro jest w stanie osiągnąć prędkość 123 km/h i przejechać 150 km na jednym ładowaniu akumulatora. W 2018 roku moce produkcyjne zwiększono do 2 tys. sztuk rocznie.

W 2018 roku w Pradze rozpoczął także swoją działalność amerykański start-up Lime, oferujący wypożyczenie na minuty elektrycznych hulajnóg.

2.3. Stacje ładowania

W latach 2014–2017 w Czechach otwieranych było ok. 150 stacji ładowania rocznie. Trend ten został przerwany w 2018 roku¹⁷. Najwięcej stacji należy do dużych operatorów funkcjonujących na rynku elektroenergetycznym, takich jak: ČEZ, E.ON i PRE. Sieć Elektromobilita, należąca do grupy ČEZ, na początku kwietnia 2019 roku składała się z 90 stacji szybkiego ładowania i 58 stacji standardowych (ładowanie pół-szybkie), z czego 70 stacji w Pradze¹⁸. Tesla miała zaledwie cztery stacje *supercharger*.



Rys. 7. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania samochodów elektrycznych w Czechach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

Latem 2018 roku PKN Orlen otworzył pierwsze punkty szybkiego ładowania na stacjach Benzina. Docelowo do 2020 roku w ramach projektu dofinansowanego z instrumentu CEF należąca do PKN Orlen spółka Unipetrol wspólnie z Elektromobilita uruchomią 25 stacji szybkiego ładowania samochodów elektrycznych. Ponadto pierwsze stacje przy swoich sklepach dyskontowych otworzył Lidl. Inwestycje w stacje ładowania na czeskim rynku rozważa szwajcarska firma eCharge.io.

¹⁷ Według danych EAFO liczba stacji nawet uległa redukcji. Może to być jednak wynikiem zawyżonych danych za 2017 rok.

¹⁸ <http://www.elektromobilita.cz/en/charging-stations-map.html> (15.04.2019).

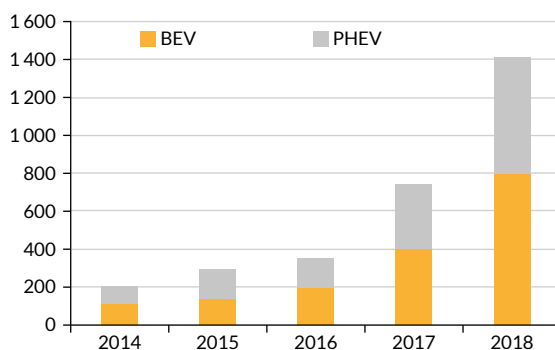
2.4. Autobusy elektryczne

Na początku 2019 roku cztery autobusy elektryczne e-busy były eksploatowane w Pradze. Do 2021 roku planuje się zakup kolejnych 15 e-busów. Również związek przewoźników 3ČSAD (ČSAD Havířov, ČSAD Karviná i ČSAD Frýdek-Místek) zamówił 12 autobusów elektrycznych od SOR Libchavy.

3. Słowacja

3.1. Samochody osobowe

W latach 2017–2018 liczba samochodów BEV na słowackim rynku rosła o prawie 100% rocznie i pod koniec 2018 roku osiągnęła prawie 800 pojazdów przy 620 PHEV. Swoją działalność rozpoczęli pierwsi operatorzy oferujący na minuty elektryczne pojazdy (up! city w Bratysławie) oraz rowery (Homeport w Trnava).



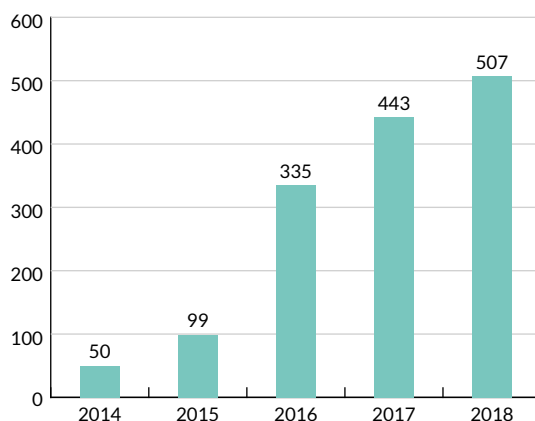
Rys. 8. Liczba pojazdów BEV i PHEV na Słowacji w latach 2014–2018

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

Od 2013 roku fabryka VW na Słowacji była jedynym miejscem produkcji modelu miejskiego e-Up! Decyzje koncernów samochodowych – VW, Kia Motors, PSA Peugeot Citroen, Jaguar Land Rover, które mają swoje fabryki na Słowacji – dotyczące inwestycji w elektromobilność będą kluczowe dla przyszłości zarówno krajowego sektora motoryzacyjnego, jak i całej gospodarki.

3.2. Stacje ładowania

Liczba stacji w latach 2014–2018 zwiększyła się 10-krotnie i na początku 2019 roku przekroczyła 500. Do podmiotów, które rozwijają sieć stacji na Słowacji, należą: ZSE Energia, GreenWay, Molgroup. Najwięcej punktów szybkiego ładowania oferowała sieć GreenWay: 35 ładowarek DC, w tym 33 złącza CCS oraz 35 Chademo. Na początku kwietnia 2019 roku łączna liczba wszystkich stacji własnych oraz zarządzanych przez GreenWay na Słowacji wynosiła 93 (177 złączy).



Rys. 9. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania samochodów elektrycznych na Słowacji
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

Pod koniec 2018 roku na stacji Slovnaft niedaleko Budčy (autostrada R1) uruchomiono pierwszą – nie tylko na Słowacji, ale w całym regionie – ultraszybką stację ładowania (UFC). Obsługuje ona moc do 350 kW w przypadku podłączenia jednego samochodu lub do 175 kW, gdy ładowane są równocześnie dwa pojazdy. Ładowarka posiada wszystkie popularne złącza (CCS Combo 2, Chademo i Type 2), przy czym maksymalne moce osiągane są wyłącznie na kablu ze złączem CCS Combo 2. Ładowanie w ciągu 15 minut pozwala na przejechanie ok. 400 km. Stacja ładowania została uruchomiona przez ZSE Energia (część Západoslovenská energetika, należącej do niemieckiej Grupy E.ON) w ramach projektu Next-E, który przy udziale partnerów z 6 krajów uzyskał dofinansowanie z instrumentu CEF. Docelowo w Słowacji, Słowenii, Czechach, na Węgrzech, w Chorwacji i Rumunii mają powstać 222 stacje szybkiego ładowania (50 kW) oraz 30 ultraszybkiego (150–350 kW), w tym 18 szybkich i 7 ultraszybkich na Słowacji¹⁹.

3.3. Autobusy elektryczne

W 2018 roku operator DP Bratislava (DPB) zakupił 22 elektryczne autobusy, które powstały w czeskich zakładach SOR Libchavy. Z kolei w Popradzie przetestowany został Leonis Electric produkcji krajowej.

4. Litwa

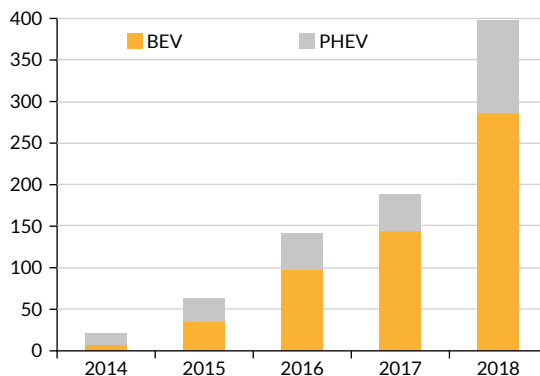
4.1. Samochody osobowe

Według danych EAFO na koniec 2018 roku liczba BEV na litewskim rynku wynosiła 286²⁰, co łącznie z PHEV dawało ok. 400 pojazdów. Dla samochodów BEV prze-

¹⁹ <https://next-e.eu> (15.04.2019).

²⁰ Z kolei jak podaje Registra – państwowy podmiot, który zajmuje się rejestracją samochodów na Litwie – w 2018 roku na Litwie zarejestrowanych zostało o 1/3 więcej samochodów elektrycznych niż w 2017 roku, a łączna liczba rejestracji zwiększyła się do 1 000.

widziano specjalne tablice rejestracyjne, które pozwalają ich użytkownikom poruszać się pasami dla autobusów oraz bezpłatnie parkować w centrach miast. Ustawodawca nie przewidział innych zachęt, które stymulowałyby popyt na samochody elektryczne.



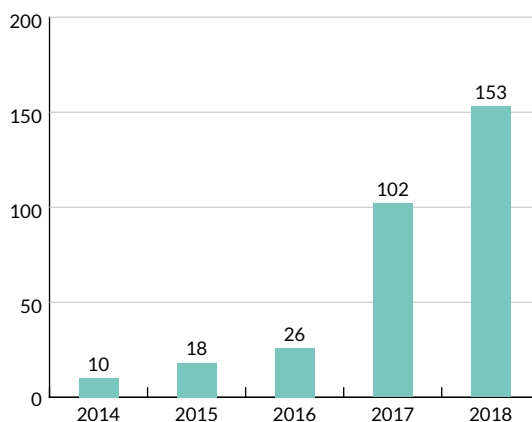
Rys. 10. Liczba pojazdów BEV i PHEV na Litwie w latach 2014–2018

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

W 2016 roku w Wilnie funkcjonować zaczął operator car-sharingu SPARK, który w swojej ofercie miał 22 samochodów VW e-up! W kwietniu 2019 roku zarezerwować można było również cztery inne modele BEV: Tesla Model X, Hyundai IONIQ, Nissan Leaf i VW e-Golf. Użytkownicy mogli bezpłatnie ładować pojazdy w 86 punktach miasta.

4.2. Stacje ładowania

W ostatnich pięciu latach na Litwie powstało ponad 150 stacji ładowania, w tym 25 wzdłuż głównych dróg tranzytowych. Najwięcej stacji jest dostępnych w Wilnie. Do końca 2019 roku ich liczba ma zwiększyć się z 70 do 130. Stacje zainstaluje spółka energetyczna Energijos tiekimas, która wygrała przetarg. Jeszcze jednym podmiotem, który rozwija sieć stacji autoPildyk w różnych miastach, jest Elektromobiliai.



Rys. 11. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania samochodów elektrycznych na Litwie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO.

4.3. Autobusy elektryczne

Do końca 2018 roku odnowa taboru odbywała się w ramach zakupu trolejbusów dla Wilna i Kowna. Pierwsze e-busy mają się pojawić w litewskich miastach w 2020 roku. W marcu 2019 roku operator transportu miejskiego miasta Taurogi podpisał kontrakt na zakup jednego polskiego e-busa Solaris Urbino 8,9 LE electric (długość: 9 m, pojemność baterii: 120 kWh). Z kolei Wilno planuje zakup 5 elektrycznych oraz 70 hybrydowych autobusów. E-busy ma dostarczyć litewska firma TM Service wspólnie z tureckim producentem autobusów Karsan.

W ramach projektu Vejo projektai podjęto prace, których celem było opracowanie prototypu ultralekkiego elektrycznego autobusu miejskiego Dancer Bus²¹ oraz uruchomienie krajowej produkcji. Brak jest aktualnej informacji na temat komercyjnego etapu realizacji projektu.

5. Ukraina

5.1. Samochody osobowe

Według danych Ukravtoprom w 2018 roku na Ukrainie sprzedano 5,3 tys. elektrycznych samochodów osobowych, czyli dwa razy więcej niż w 2017 roku. Największą grupę stanowiły 3, 4 i 5-letnie pojazdy (odpowiednio 22%, 28% i 26%), natomiast samochody poniżej 1 roku to jedynie 2% wszystkich pojazdów EV. Najbardziej popularnym modelem pozostał Nissan Leaf (64% nowo zarejestrowanych pojazdów); na następnych miejscach według popularności znalazły się: BMW i3 (7%), Tesla Model S (5%), Mercedes-Benz B-Class Electric Drive (3%) i Renault Zoe (3%). Łączna liczba zarejestrowanych pojazdów na początku 2019 roku wyniosła: 10 714 BEV, 2 264 PHEV oraz 6 906 HEV²². Ponad połowa rejestracji EV przypada na Kijów. Do państwowych podmiotów, które zakupiły do swojej floty po kilka samochodów elektrycznych, należą: Ukrenergo, Ukrposzta, Bank Narodowy, Rada Najwyższa Ukrainy²³. Usługa car-sharingu samochodów elektrycznych funkcjonuje od połowy 2017 roku w Odessie. Flota MobileCar składa się z samochodów Nissan Leaf. Klienci mają możliwość doładowania samochodów na 12 stacjach.

5.2. Ramy prawne i instrumenty wsparcia elektromobilności

Wysoka dynamika wzrostu liczby osobowych EV była możliwa dzięki wprowadzonemu zwolnieniu z podatku VAT (16,8%) oraz akcyzy (109 EUR) pobieranych przy

²¹ www.dancerbus.com (5.04.2019); *Lithuania's fully electric city bus – DANCER*, 20.12.2018, <https://www.interregeurope.eu/energy/news/news-article/4764/lithuania-s-fully-electric-city-bus-dancer/> (5.04.2019).

²² За 2018 год в Украине куплено больше электромобилей, чем за все предыдущие годы, 16.01.2019, <https://ecotechnica.com.ua/transport/3828-za-2018-god-v-ukraine-kupleno-bolshe-elektromobiley-chem-za-vse-predydushchie-gody.html> (20.03.2019).

²³ Електромобільність України: гра на опереження, 7.11.2018, <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2018/11/7/642328/> (20.03.2019).

wwozie samochodów elektrycznych na obszar celny Ukrainy. Ulgi miały obowiązywać do końca 2018 roku. Pod presją ruchów społecznych, w grudniu 2018 roku przyjęta została ustawa nr 9260, na mocy której ulgowe warunki wwozu pojazdów elektrycznych przedłużono do końca 2022 roku. Zwolnieniem z VAT objęte zostały także firmy świadczące usługi taksówkarskie, wypożyczenia i leasingu elektrycznych samochodów.

W maju 2018 roku została przyjęta Narodowa strategia rozwoju transportu do 2030 roku. Zakłada ona, że samochody elektryczne za 10 lat będą stanowić połowę całkowitej sprzedaży samochodów osobowych na rynku ukraińskim. W planach rządu przewidziana jest budowa Tesla Gigafactory (baterie i panele fotowoltaiczne) oraz uruchomienie produkcji EV na terytorium Ukrainy. Priorytetem jest także elektryfikacja transportu publicznego w miastach. W Ministerstwie Infrastruktury na początku 2019 roku powołana została grupa robocza ds. opracowania strategii rozwoju transportu elektrycznego na Ukrainie.

Przygotowane projekty ustawy odnośnie zmian w kodeksie podatkowym i innych aktach prawnych dotyczących wsparcia rozwoju transportu elektrycznego na Ukrainie, a także zmian w kodeksie celnym, których przyjęcie oczekuje się w 2019 roku, przewidują szereg zwolnień do 2029 roku, m.in. z:

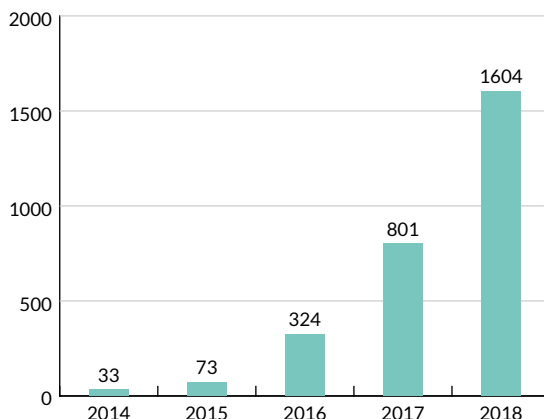
- akcyzy przy wwozie samochodów elektrycznych na terytorium Ukrainy;
- podatku VAT przy wwozie podzespołów do produkcji samochodów elektrycznych;
- podatku emerytalnego (od 3 do 5% od ceny samochodu przy pierwszej rejestracji);
- cła na towary wykorzystywane przy produkcji elektrycznych środków transportu;
- z podatku od zysku w przedsiębiorstwach wydobywających i produkujących lit oraz wytwarzających baterie litowo-jonowe, stacje ładowania oraz samochody elektryczne (do 2033 roku).

5.3. Stacje ładowania

Duży wzrost liczby samochodów elektrycznych w ostatnich dwóch latach oraz prognozowana kontynuacja trendu wymaga rozwoju sieci stacji ładowania. Według danych opublikowanych przez serwis internetowy PlugShare, na początku 2019 roku na Ukrainie było łącznie 1 867 stacji ładowania (3 697 punktów), z czego²⁴: 1 604 publicznie dostępnych (3 340 punktów), 159 komunalne (dla mieszkańców) oraz 104 z ograniczonym dostępem (dla firm). Prawie wszystkie mają złącza Type 1 (J1772) i Type 2 (Mennekes) do przyspieszonego ładowania prądem zmiennym oraz zgodne ze standardem CHAdeMO. Brakuje jednak stacji do szybkiego ładowania, m.in. tylko na niektórych stacjach dostępne są obecnie złącza zgodne z europejskim standardem CCS Combo 2. Większość stacji znajduje się w Kijowie i Odessie. Mimo że liczba ogólnodostępnych stacji ładowania w latach 2016–2018 zwiększyła się pięciokrotnie

²⁴ Статистика PlugShare: в Украине на 7 электромобилей одна зарядная станция, 20.03.2019, <https://hevcars.com.ua/skolko-zaryadnyh-stantsij-v-ukraine/> (27.03.2019).

(rys. 12), wskaźnik dostępności jest dość niski – na jedną stację na początku 2019 roku przypadało 7 samochodów. Zwiększeniu liczby stacji będą sprzyjać nowe przepisy dotyczące projektowania nowych parkingów – od lipca 2019 roku 5% miejsc płatnych parkingów musi być wyposażonych w stacje ładowania.



Rys. 12. Liczba ogólnodostępnych stacji ładowania samochodów elektrycznych na Ukrainie
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PlugShare.

Największymi operatorami zarządzającymi siecią stacji są AutoEnterprise (ok. 1 900 stacji) oraz Toka (ok. 140). Oprócz tego bezpłatną sieć do ładowania samochodów elektrycznych wspólnie z partnerami biznesowymi rozwija start-up Go To-U. Do korzystania ze stacji do ładowania samochodów w różnych krajach, w tym w Polsce, wystarczy zainstalować aplikację, która obsługuje 7 języków.



Rys. 13. Korzyści korzystania z sieci Go To-U
Źródło: <https://go-tou.com/pl/application>.

5.4. Elektryfikacja transportu publicznego

Elektryfikacja transportu zbiorowego w miastach jest jednym z priorytetów nowej strategii rozwoju transportu na Ukrainie. Przewiduje się, że w przyszłości zeroemisyjny transport publiczny całkowicie wyeliminuje z miast minibusy (tzw. marszrutki). Mimo że elektryczny transport funkcjonuje w każdym mieście obwodowym (wyjątkiem jest Zakarpacie) oraz w 35 innych miastach, prawie 87% eksploatowanych obecnie środków transportu (trolejbusów, tramwajów i pociągów metra) wymaga wymiany. W ostatnich latach w największym stopniu odnawiany był tabor trolejbusowy.

Jeśli chodzi o e-busy, do końca 2018 roku ukraińskie miasta zakupiły tylko dwie jednostki. W 2015 roku w Lwowie zaczął kursować autobus Elektron E19101, wyprodukowany przez ukraińsko-niemieckie joint-venture Elektrontrans, wchodzące w skład grupy Elektron. Autobus ten może przewozić do 100 pasażerów, ma zasięg ponad 200 km na jednym ładowaniu i może być także wykorzystywany na trasach podmiejskich i między-miastowych. W 2018 roku w Kijowie rozpoczęła się eksploatacja e-busa chińskiego producenta Skywell, leasingowanego przez prywatnego przewoźnika Trans-City. Kolejnym miastem, w którym w najbliższym czasie planuje się eksploatację e-busów, jest Odessa. W przyjętym w marcu 2019 roku przez władze samorządowe tego miasta programie rozwoju transportu elektrycznego na lata 2019–2021 przewidziany został zakup 67 nowych tramwajów oraz 14 e-busów. Z kolei w zakładach Bogdan Motors z Łucka planowana jest produkcja elektrycznych ciężarówek, m.in. do wykorzystania przez służby komunalne²⁵.

6. Białoruś

6.1. Samochody osobowe

Z informacji publikowanych na portalach motoryzacyjnych wynika, że na początku 2019 roku na Białorusi było eksploatowanych ok. 200 osobowych pojazdów elektrycznych²⁶. Mała liczba właścicieli pojazdów elektrycznych wynika głównie z dwóch czynników: wysokiej ceny w stosunku do zarobków mieszkańców oraz braku systemu zachęt. W dekrete prezydenta Republiki Białorusi nr 273 z 10 lipca 2018 roku, który wszedł w życie 14 października 2018 roku, dla właścicieli EV przewidziana została tylko jedna ulga²⁷: zwolnienie z podatku za wydanie zezwolenia na dopuszczenie pojazdu elektrycznego do ruchu drogowego (obowiązuje do 31 grudnia 2020 roku)²⁸.

²⁵ Будущее украинских городов: привычные «скотовозки» или современный электротранспорт, 29.04.2019, <https://news.rambler.ru/other/42110803-buduschee-ukrainskih-gorodov-privychnye-skotovozki-ili-sovremennyy-elektrotransport-unian-ukraina/> (1.05.2019).

²⁶ Курс на электрификацию. Превратится ли Беларусь после запуска АЭС в «рай для электромобилей», 14.03.2019, https://av.by/news/index.php?event=View&news_id=44062 (20.03.2019).

²⁷ Указ Президента Республики Беларусь от 10.07.2018 № 273 «О стимулировании использования электромобилей», Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь, 12.07.2018, рег. № 1/17810.

²⁸ Dla przykładu, w 2019 roku tzw. podatek transportowy dla prywatnych właścicieli samochodów

Ponad 90% EV na białoruskim rynku to samochody używane wwiozane z USA lub Europy, co wiąże się z koniecznością zapłacenia 17% stawki cła na import oraz 20% podatku VAT²⁹. Mimo że najbardziej popularnym samochodem elektrycznym wśród Białorusinów do tej pory był kompaktowy Nissan Leaf, istnieje także nieliczna grupa nabywców modeli samochodów klasy średniej i luksusowych. Według informacji operatora Tesli (tesla-cars.by), działającego od października 2016 roku, w latach 2017–2018 sprzedano 32 samochody (model S i X), chociaż ponad 50% byli to nabywcy z Rosji³⁰. Na rynku białoruskim dostępne są także samochody elektryczne BMW i MINI, a od listopada 2018 roku w sprzedaży pojawiły się chińskie Zotye e200, których montaż odbywa się w zakładach białorusko-brytyjskiego przedsiębiorstwa Unison. Pierwotnie zakładano, że do końca 2022 roku wyprodukowanych zostanie 30 tys. samochodów marki Zotye, które będą sprzedawane także na innych rynkach WNP. Cena modelu Zotye e200 z zasięgiem do 200 km oraz baterią o pojemności 24 kWh wynosi ok. 21 tys. USD. Jest to dość wygórowana cena, biorąc pod uwagę klasę tego miejskiego dwuosobowego samochodu oraz zamożność białoruskiego społeczeństwa. W sytuacji braku dopłat do zakupu samochodów elektrycznych w ramach polityki rządowej cena samochodów elektrycznych jest główną barierą rozwoju e-mobilności na Białorusi.

6.2. Stacje ładowania

W październiku 2018 roku na Białorusi został zatwierdzony *Program utworzenia państwowej sieci do ładowania samochodów elektrycznych*. Zakłada się, że w perspektywie długoterminowej do 2030 roku park samochodów elektrycznych na Białorusi zwiększy się do 25 tys. pojazdów. W ramach Programu przewiduje się powstanie 1 304 stacji, w tym 1 224 stacji w trybie ładowania 3 i 4 w ośrodkach miejskich, a także 80 stacji w trybie 4 (gniazda CCS Combo 2, CHAdeMO) na wszystkich głównych drogach z odległością 50–70 km między dwoma najbliższymi stacjami. Program będzie realizowany w 3 etapach³¹:

1. Lata 2019–2021: 431 stacji ładowania w Mińsku oraz innych miastach obwodowych oraz przy drogach kategorii M i M/E.

2. Lata 2022–2025: 144 stacji ładowania w Mińsku (w tym Tryb 3 – 50 i Tryb 4 – 114) oraz 278 stacji w pozostałych miastach (w tym Tryb 3 – 30 i Tryb 4 – 228, a także na drogach kategorii M/P/E – 44 stacji Tryb 4). Dodatkowo 25 superszybkich (z czasem ładowania poniżej 8 minut) stref ładowania (o mocy do 475kW każda; łącznie

osobowych o maksymalnej masie poniżej 2 ton wynosił ok. 77 USD za rok (opłata za przegląd techniczny jest pobierana osobno).

²⁹ Zwolnienie z podatku VAT obowiązywało jedynie przez rok: od 2 września 2016 roku do 1 września 2017 roku.

³⁰ *Model 3 не всем по карману. Сколько Tesla продается в Беларуси?*, 22.02.2019, https://av.by/news/index.php?event=View&news_id=43982 (20.03.2019).

³¹ Программа создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей, Постановление Совета Министров Республики Беларусь 10.10.2018 № 731.

100 stacji o mocy 2,5 MW) zostaną zainstalowane w sześciu miastach obwodowych oraz wzdłuż głównych dróg w odległości 120–150 km od siebie.

3. Lata 2026–2030: 113 stacji w Mińsku (Tryb 3 – 10, Tryb 4 – 103), w miastach obwodowych – 117 stacji (Tryb 3 – 10, Tryb 4 – 107) oraz 5 superszybkich stref (łącznie 25 stacji), w pozostałych miastach – 117 stacji (Tryb 3 – 60, Tryb 4 – 117).

Zadanie utworzenia i rozwoju tej sieci zostało powierzone państwowemu operatorowi Belarusneft, który w 2018 roku posiadał łącznie 560 stacji benzynowych, w tym 84 stacje ładowania samochodów elektrycznych. W 2019 roku planuje utworzenie kolejnych 166. Moc szybkich stacji ładowania waha się od 50 do 150 kW. Finansowanie realizacji programu ma się odbywać ze środków własnych operatora. Oprócz tego stacje mogą być otwierane przez inne podmioty. W sierpniu 2018 roku należało do nich 26 stacji ładowania. Usługa bezpłatnego ładowania samochodów była dostępna od 2014 roku. Począwszy od drugiego półrocza 2018 roku planuje się wprowadzenie opłaty 0,3 rubla białoruskiego za 1 kWh. Oznacza to, że koszt przejechania 100 km przy zużyciu 18 kW wyniesie ok. 2,70 USD, czyli 2,3 razy więcej niż w przypadku silnika spalinowego.

W świetle dekretu nr 273 urządzenia do ładowania baterii (stacje ładowania) wwożone na terytorium Białorusi przez osoby prawne lub indywidualnych przedsiębiorców zostały zwolnione z podatku VAT (warunkiem jest eksploatacja urządzenia podczas całego cyklu życia wyłącznie na Białorusi). W 2017 roku w fabryce Vityas w Witebsku rozpoczęła się produkcja stacji ładowania EV różnych typów³². Cena produkcji jest 3–4 razy tańsza niż urządzeń importowanych.

6.3. Autobusy elektryczne

Eksploatacja pierwszych e-busów rozpoczęła się w Mińsku w maju 2017 roku, a pod koniec 2017 roku na dwóch liniach miejskich kursowało już 20 e-busów wyprodukowanych w mińskich zakładach Belkommunmash. Dalszym katalizatorem zwiększenia parku e-busów w Mińsku stała się organizacja II Igrzysk Europejskich (14–30 czerwca 2019 r.). W maju 2018 roku podpisany został kontrakt na zakup kolejnych 60 e-busów, w tym: 28 niskopodłogowych, przegubowych typu E433 Vitovt Max Electro (długość: 19 m, pojemność: 153 pasażerów, w tym 38 miejsc do siedzenia) oraz 32 typu E321 (długość: 12 m; pojemność: 83 pasażerów, w tym 26 miejsc do siedzenia), który powstał na bazie prototypu trolejbusu. Ładowanie e-busów odbywa się za pomocą pantografu w czterech zbudowanych stacjach w różnych częściach miasta oraz zajezdni trolejbusowej nr 2. Do tej pory autobusy zastępowały kursujące na liniach trolejbusy. W przyszłości coraz więcej e-busów ma być wprowadzanych na liniach autobusowych.

E-busy do tej pory były eksploatowane w Mińsku. Wyjątkiem są dwa autobusy produkcji chińskiej kursujące w Mohylewie od 2018 roku, подарowane przez władze prowincji Hunan na 750-lecie tego miasta. W 2019 roku kilka e-busów ma pojawić się w dwóch innych miastach obwodowych: Brześciu i Homlu.

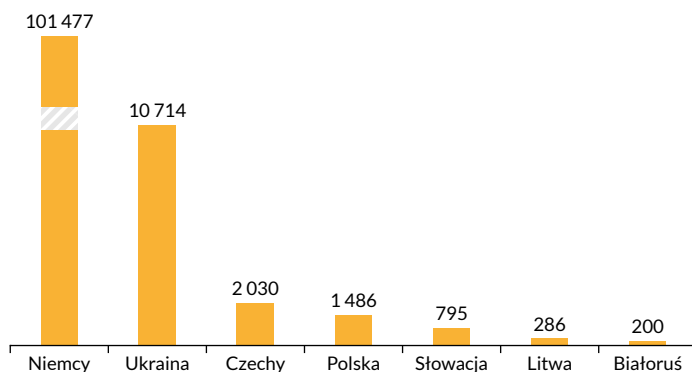
³² <http://www.vityas.com/catalog/evchstation/?curPos=0> (30.03.2019).

Podsumowanie

Zebrane dane dotyczące sześciu przeanalizowanych w tym rozdziale rynków oraz przedstawionego w rozdziale pierwszym monografii systemu elektromobilności w Polsce pozwalają na sformułowanie kilku wniosków.

Bezspornym liderem w zakresie rozwoju e-mobilności wśród krajów ościennych Polski są Niemcy, które przodują pod względem trzech z czterech porównanych poniżej wskaźników.

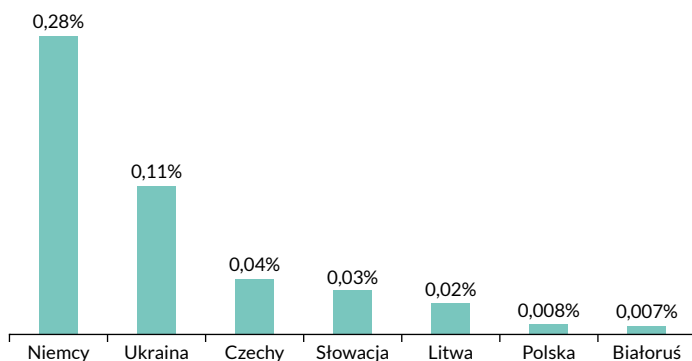
Najwięcej samochodów osobowych BEV jest zarejestrowanych w Niemczech, a także na Ukrainie. W Niemczech rozwój e-mobilności rozpoczął się kilka lat wcześniej niż w pozostałych krajach: w 2011 roku zarejestrowano tu więcej samochodów elektrycznych niż na początku 2019 roku było w Polsce. Wśród czynników, które miały wpływ na rozwój e-mobilności w Niemczech, należy wymienić: poziom dochodów mieszkańców, polityka rządowa prowadzona 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. Na Ukrainie wysoka dynamika wzrostu odnotowana w 2018 roku jest związana z utworzeniem preferencyjnych warunków importu samochodów elektrycznych. Należy jednak pamiętać, że tylko 10% nowo zarejestrowanych pojazdów na tym rynku to samochody nowe. Najmniej samochodów elektrycznych w 2018 roku było na Białorusi i Litwie. Wysoka cena i brak zachęt pozostają głównymi czynnikami ograniczającymi popyt na tych rynkach.



Rys. 14. Liczba zarejestrowanych samochodów osobowych BEV (wg stanu na 31.12.2018)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO oraz informacji branżowych.

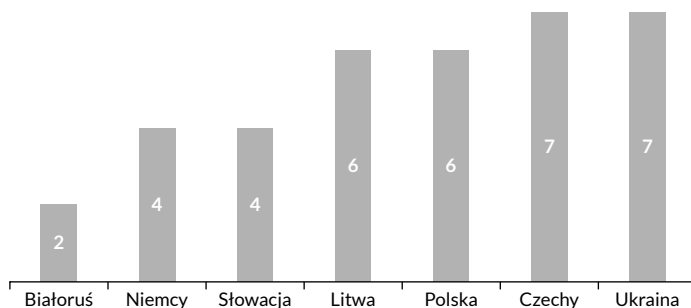
Na porównanie poziomu upowszechnienia pojazdów elektrycznych w różnych krajach pozwala odniesienie liczby samochodów osobowych BEV do ogólnej liczby zarejestrowanej samochodów. Pod względem tego wskaźnika również najlepiej wypadają Niemcy (0,23%) i Ukraina (0,11%), natomiast najgorzej – Polska i Białoruś (mniej niż 0,01%). Jednocześnie należy podkreślić, że wartość wskaźnika we wszystkich analizowanych krajach na koniec 2018 roku była jeszcze na bardzo niskim poziomie (poniżej 0,3%).



Rys. 15. Udział samochodów osobowych BEV w ogólnej liczbie zarejestrowanych samochodów (wg stanu na 31.12.2018)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO, urzędów statystycznych oraz informacji branżowych.

Najlepszy wskaźnik dostępności stacji ładowania jest na Białorusi, co wynika z małej liczby posiadaczy pojazdów elektrycznych w stosunku do liczby publicznych stacji. Jest to przykład rynku, gdzie infrastruktura elektromobilności – której rozwój został zaplanowany w programie rządowym do 2030 roku – wyprzedza popyt na samochody elektryczne. Na tle pozostałych krajów najlepiej wypadają Niemcy. Sytuacja w Polsce jest podobna do sytuacji w Czechach i na Ukrainie, które mają najniższy wskaźnik dostępności stacji ładowania wśród analizowanych krajów. Zwiększenie liczby stacji i punktów ładowania, jak również wyposażenie ich w szybkie ładowarki jest wyzwaniem na najbliższe lata dla wszystkich krajów z regionu.



Rys. 16. Liczba BEV przypadających na jedną publiczną stację ładowania (wg stanu na 31.12.2018)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO oraz informacji branżowych.

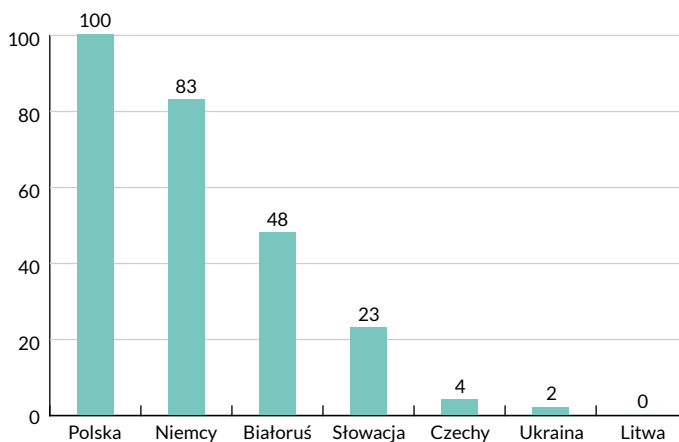
Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że coraz większym problemem miast staje się brak infrastruktury dostosowanej dla poruszania się elektrycznych dwukołowców, np. hulajnóg, która prowadzi do sytuacji *lane-sharing*. Niezbędne są także zmiany w przepisach ruchu drogowego.



Rys. 17. Ruch drogowy blokowany przez dwukołowców w Warszawie

Źródło: Jana Pieriegud, kwiecień 2019.

Pod względem liczby elektrycznych autobusów zakupionych przez władze samorządowe liderem w regionie jest Polska. Obecność Solarisa – jednego z wiodących europejskich producentów nowoczesnego taboru – jest czynnikiem sprzyjającym elektryfikacji transportu publicznego w Polsce. Wiele organizatorów transportu w niemieckich miastach złożyło zamówienie na autobusy Solarisa. E-busy pojawiły się także w ostatnich dwóch latach w Mińsku. Tymczasem najmniej elektrycznego taboru autobusowego zakupiono do tej pory na Litwie, Ukrainie i w Czechach.



Rys. 18. Liczba eksploatowanych e-busów (wg stanu na 31.12.2018)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych EAFO oraz informacji branżowych.

We wszystkich analizowanych krajach pojawili się operatorzy oferujący wypożyczenie współdzielonych samochodów, rowerów czy skuterów na minuty. Ich flo-

ty stopniowo będą uzupełniane o pojazdy elektryczne, jak również powstaną nowe podmioty, których działalność będzie się koncentrowała tylko w segmencie pojazdów elektrycznych. Uważa się, że rozwój car-sharingu będzie pozytywnie wpływał na wzrost sprzedaży samochodów elektrycznych, jednak doświadczenie niemieckiego rynku, który cechuje się największą liczbą współdzielonych pojazdów elektrycznych, pokazuje, iż operatorzy w obecnym etapie rozwoju technologii nie są w stanie osiągnąć efektywności ekonomicznej swojej działalności.

Przeprowadzona analiza pozwala na stwierdzenie, że z wyjątkiem Niemiec, Polska i jej kraje ościennie znajdują się nadal na początku długiej ścieżki rozwoju elektromobilności. Jednocześnie różnice w postępach osiągniętych w poszczególnych segmentach rynków tych krajów wskazują na potrzebę realizacji wieloletnich i kompleksowych programów stymulowania rozwoju elektromobilności lub rewizji postanowionych celów z uwzględnieniem polityk, które zostały omówione w następnym rozdziale. Z kolei podjęcie w najbliższych kilku latach produkcji BEV na skalę masową przez największe niemieckie koncerny motoryzacyjne mogą doprowadzić do bardzo negatywnych skutków zarówno na poziomie mikro-, jak i makroekonomicznym.

Bibliografia

- Annual Report 2018*, VDA, <https://www.vda.de/en/services/Publications/annual-report-2018.html> (7.04.2019).
- Bekker H., 2018 (*Full Year*) *Germany: Best-Selling Electric Car Brands and Models*, 8.01.2019, <https://www.best-selling-cars.com/germany/2018-germany-best-selling-electric-car-brands-and-models/> (5.04.2019).
- Elektrofahrzeuge in CarSharing-Flotten – Chancen realisieren, Herausforderungen meistern*, BCS, CarSharing fact sheet, nr 5, czerwiec 2018 r., https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs_factsheet_5_download.pdf (15.04.2019).
- Germany 2030: 3,000 electric buses in 5 biggest cities*, 5.11.2018, <https://www.sustainable-bus.com/news/germany-electric-bus-biggest-cities-3000-berlin-hamburg-cologne-frankfurt-munich/> (15.04.2019).
- <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de> (5.04.2019).
- <http://www.elektromobilita.cz/en/charging-stations-map.html> (15.04.2019).
- <http://www.vityas.com/catalog/evchstation/?curPos=0> (30.03.2019).
- <https://next-e.eu> (15.04.2019).
- <https://revolt.city> (5.04.2019).
- <https://www.drive-now.com> (15.04.2019).
- <https://www.eafo.eu> (1.04.2019).
- <https://www.sixt.de/en/share/> (15.04.2019).
- Lithuania's fully electric city bus – DANCER*, 20.12.2018, <https://www.interregeurope.eu/energy/news/news-article/4764/lithuania-s-fully-electric-city-bus-dancer/> (5.04.2019).
- Model 3 не всем по карману. Сколько Tesla продается в Беларуси?*, 22.02.2019, https://av.by/news/index.php?event=View&news_id=43982 (20.03.2019).
- Progress Report 2018 – Market ramp-up phase*, German National Platform for Electric Mobility (NPE), Berlin, May 2018, http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationen/NPE_Progress_Report_2018.pdf (7.04.2019).
- Sektor elektromobilności w Niemczech*, Polska Agencja Inwestycji i Handlu, Grupa PRF, Warszawa, październik 2018, https://www.paih.gov.pl/files/?id_plik=34085 (15.04.2019).
- www.car4way.cz (5.04.2019).
- www.dancerbus.com (5.04.2019).
- Будущее украинских городов: привычные «скотовозки» или современный электротранспорт*, 29.04.2019, <https://news.rambler.ru/other/42110803-buduschee-ukrainskih-gorodov-privychnye-skotovozki-ili-sovremennyy-elektrotransport-unian-ukraina/> (1.05.2019).
- За 2018 год в Украине куплено больше электромобилей, чем за все предыдущие годы*, 16.01.2019, <https://ecotechnica.com.ua/transport/3828-za-2018-god-v-ukraine-kupleno-bolshe-elektromobilej-chem-za-vse-predydushchie-gody.html> (20.03.2019).

Курс на электрификацию. Превратится ли Беларусь после запуска АЭС в «рай для электромобилей», 14.03.2019, https://av.by/news/index.php?event=View&news_id=44062 (20.03.2019).

Программа создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей, Постановление Совета Министров Республики Беларусь 10.10.2018 № 731.

Статистика PlugShare: в Украине на 7 электромобилей одна зарядная станция, 20.03.2019, <https://hevcars.com.ua/skolko-zaryadnyh-stantsij-v-ukraine/> (27.03.2019).

Указ Президента Республики Беларусь от 10.07.2018 № 273 «О стимулировании использования электромобилей», Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь, 12.07.2018, рег. № 1/17810.

Электромобильность Украины: игра на опережение, 7.11.2018, <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2018/11/7/642328/> (20.03.2019).

Streszczenie

W różnych krajach w poszczególnych obszarach elektromobilności osiągnięto zróżnicowane postępy. W rozdziale przeanalizowany został poziom rozwoju rynku elektromobilności w sześciu krajach ościennych Polski z uwzględnieniem jego kluczowych elementów: popytu i podaży na rynku samochodów elektrycznych, instrumentów wsparcia, usług współdzielonych (car-sharingu, bike-sharingu, scooter-sharingu), dostępności i standardów stacji ładowania oraz elektryfikacji publicznego transportu zbiorowego (e-busy). W celu porównania poziomu rozwoju elektromobilności w Polsce i krajach ościennych (w Niemczech, Czech, Słowacji, na Litwie, Białorusi, Ukrainie) dodatkowo wykorzystano dwa wskaźniki: udziału samochodów osobowych BEV w ogólnej liczbie zarejestrowanych samochodów oraz liczby BEV przypadających na jedną publiczną stację ładowania. Przeprowadzona analiza pozwoliła na stwierdzenie, że Polska i jej kraje ościennie znajdują się nadal na początku długiej ścieżki rozwoju elektromobilności. Jednocześnie różnice w postępach osiągniętych w poszczególnych segmentach rynków tych krajów wskazują na potrzebę realizacji wieloletnich i kompleksowych programów stymulowania rozwoju elektromobilności lub rewizji postawionych celów i prowadzonej w tym zakresie polityki.

Słowa kluczowe: e-mobilność, współdzielona mobilność na żądanie, stacja ładowania, e-bus, BEV.

THE DEVELOPMENT OF THE ELECTROMOBILITY MARKET IN POLAND'S NEIGHBOURING STATES

SUMMARY

Different progress has been made in different countries in electromobility. The chapter analyzes the level of the development of electromobility market in six Poland's neighbouring states, including its key elements: demand and supply on the electric car market, support instruments, shared services (car-sharing, bike-sharing, scooter-sharing), availability and standards of the charging stations, electrification of urban transport (e-buses). In order to compare the level of development of electromobility in Poland and neighbouring countries (Germany, the Czech Republic, Slovakia, Lithuania, Belarus and Ukraine), two indicators were additionally used: share of BEV in the total number of registered cars, and the number of BEV per one public charging station. The analysis confirmed that Poland and its neighbouring countries are still at the beginning of the long way of electromobility development. At the same time, the differences in the progress achieved in individual segments of the markets of these countries indicate the need to implement multi-annual and comprehensive programs to stimulate the development of electromobility, or revision of set goals and policy in this area.

Keywords: e-mobility, shared mobility on demand, charging station, BEV, e-bus.

JEL: L92, L94, O18, R40, R48



Prof. dr hab. Wojciech Paprocki

Dyrektor Instytutu Infrastruktury, Transportu i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Autor i współautor wielu książek i artykułów opublikowanych w języku polskim i językach obcych, m.in. *Polski archipelag rozwoju w warunkach globalnej niepewności* (współautor, 2018), *Mobilność w aglomeracjach przyszłości* (współredaktor, 2018), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju* (współredaktor, 2017), *Firma-Idea oraz rozwój technologii a interwencjonizm* (współautor, 2018), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa. Szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych* (współredaktor, 2016), *Transport Development Challenges in the Twenty-First Century* (współautor, 2016), *Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych* (współredaktor, 2015), *Dylematy rozwoju infrastruktury* (współredaktor, 2014). Prace badawcze koncentrują się wokół zagadnień: rozwój gospodarki cyfrowej, wdrażanie technologii cyfrowych, ekonomika transportu i polityka transportowa, rozwój infrastruktury technicznej, zarządzanie łańcuchami dostaw; m.in. kierownik polskiego zespołu uczestniczącego w 6. Programie Ramowym. Równoległe do pracy naukowo-dydaktycznej jest aktywny w praktyce gospodarczej w kraju i za granicą, zasiada w radach nadzorczych i doradczych podmiotów w Polsce i w Niemczech.

Elektromobilność: program wieloletni czy koncepcja utopijna?

Wprowadzenie

Zaspokajanie potrzeb mobilności przestrzennej należy do podstawowych form uczestnictwa w życiu społeczno-gospodarczym w społecznościach, w których udział w procesach wytwarzania dóbr rzeczowych i usług bądź korzystanie z edukacji dzieci, młodzieży oraz osób dojrzałych stanowi zjawisko powszechne. W XX wieku, kiedy podróżowanie przy wykorzystaniu samochodu, pociągów oraz samolotów wzbogaciło wzorzec konsumpcji, przemieszczanie się stało się masową formą spędzania czasu zarówno w ramach aktywności związanej z wypełnianiem obowiązków, jak i swobodnego wyboru zajęcia. Motoryzacja indywidualna zajęła we wzorcu konsumpcji szczególne miejsce, gdyż użytkowanie i prezentowanie w otoczeniu własnego samochodu osobowego stało się aktem budowania pozycji społecznej i osiągania silnych pozytywnych emocji podczas poruszania się indywidualnie wybraną drogą. W drugiej dekadzie XXI wieku w centrum zainteresowania różnych środowisk stała się elektromobilność. Dostrzeżono, że pojazd z napędem elektrycznym, który korzysta z energii elektrycznej zmagazynowanej w baterii zainstalowanej w tym pojeździe, może stać się przedmiotem powszechnego użycia i dzięki tej innowacji w systemach mobilności uda się osiągnąć wiele celów o znaczeniu biznesowym oraz społecznym, a nawet politycznym. Może budzić zdziwienie, że w niektórych krajach agendy rządowe, kierując się zasadniczo różnymi motywami, deklarują zgodnie, że elektromobilność związana z wykorzystaniem nowych technologii jest nie tylko pożądanym, ale wręcz koniecznym rozwiązaniem wielu istniejących problemów, m.in. przeciążenia infrastruktury miejskiej przez samochody, nadmiernego obciążenia środowiska naturalnego, występowania zagrożenia dla życia i zdrowia osób znajdujących się w przestrzeni publicznej na drogach i ulicach, również wewnątrz osiedli. Wyzwanie zasiedzialemu przemysłowi motoryzacyjnemu, który od ponad 100 lat udoskonalał pojazdy z napędem silnika spalinowego, rzucił Elon Musk w USA, gdzie rząd federalny zajmuje relatywnie neutralną pozycję wobec tego sektora. Jednoznaczne wsparcie dla nowatorskich pojazdów elektrycznych spotykane jest w Norwegii i Holandii, a także – choć w sposób wybiórczy, gdyż tylko w odniesieniu do przemian w modelu modernizacji w dużych aglomeracjach miejskich – w Chinach. Takie wsparcie stanowią także deklaracje rządu w Polsce.

Zainteresowanie elektromobilnością można traktować jako element fascynacji rozwojem i upowszechnianiem nowych technologii, w tym technologii cyfrowych, oraz technologii generowania, przesyłania i wykorzystywania energii elektrycznej. W śro-

dowisku ekonomistów, którzy analizują proces transformacji cyfrowej gospodarek w krajach wysokorozwiniętych – w tym w branżach typowo analogowych, jak transport – coraz częściej spotykana jest opinia, że w procesie transformacji cyfrowej uzyskiwane są jedynie skromne efekty ekonomiczne. Od początku wieku nie wzrasta średnia wartość realnej płacy wśród osób, które uzyskują przychody jedynie z tytułu świadczenia pracy, a inwestorzy nie uzyskują nawet takiego samego zwrotu z kapitału, jaki uzyskiwali w rozwijającej się gospodarce analogowej w drugiej połowie minionego wieku¹. Dodatkowo, wraz z upowszechnianiem technologii określanych jako sztuczna inteligencja, dostrzegane są wady tych technologii i coraz bardziej uzasadnione są obawy, czy nie do końca sprawdzone rozwiązania mogą być implementowane w działalności komercyjnej². Jednocześnie uwzględnia się ogromne szanse, które przyniosły nowe technologie generowania energii elektrycznej przy wykorzystaniu turbin wiatrowych oraz paneli fotowoltaicznych. Odnawialne źródła energii (OZE) uznano jako realną alternatywę dla wykorzystywania paliw pochodzenia organicznego, w tym paliw ciekłych wykorzystywanych w transporcie. Formułowane są więc oczekiwania, że dzięki wdrożeniu koncepcji elektromobilności uda się osiągnąć dwa cele równocześnie: podwyższyć produktywność w działalności związanej z procesami przemieszczania się człowieka oraz przemieszczania osób i rzeczy w przestrzeni, a także przeprowadzić zmianę struktury zużycia pierwotnych i wtórnych nośników energii.

Koncepcja elektromobilności jest kształtowana także w związku z rosnącym zainteresowaniem różnych grup społecznych, w tym młodzieży szkolnej, zagadnieniami funkcjonowania systemu ekologicznego na naszej planecie. Dorobek nauki w zakresie badania zmian klimatycznych oraz intensywne akcje propagandowe organizacji proekologicznych znalazły szczególną formę wsparcia ze strony młodzieży szkolnej w wielu krajach, która przyłączyła się do zapoczątkowanej w Szwecji akcji *Fridays for Future*. Generacja post-mileniów (generacja Z)³ wagaruje w piątki i manifestuje na ulicach pogląd, że zdobywanie wiedzy o zmianach klimatycznych nic nie pomoże, jeśli starsze generacje uchylają się do podjęcia skutecznych działań na rzecz powstrzymania szkodliwego oddziaływania człowieka na naturę⁴. W przestrzeni społecznej ujawniają się przy tym drastycznie odmienne poglądy. Podważana jest wiarygodność teorii naukowych głoszonych przez „proroków zagłady systemu ekologicznego i cywilizacji”. Istnieje wiele ośrodków opiniotwórczych, które sugerują, iż zwolennicy polityki klimatycznej afirmują utopijną wizję drastycznego ograniczenia poziomu konsumpcji *per capita* w krajach wysokorozwiniętych oraz zablokowania wzrostu konsumpcji w ubogich regionach świata⁵. Sprzeciw, a co najmniej

¹ S.G. Benzell, E. Brynjolfsson, *Digital Abundance and Scarce Genius: Implication of Wages, Interest Rates, and Growth*, MIT Initiative on the Digital Economy (IDE), 24.01.2019, www.ide.mit.edu (26.04.2019).

² A. Pasztor, A. Tangel, R. Wall, A. Sider, *How Boeing's 737 MAX failed*, „The Wall Street Journal”, 27.03.2019, www.blogs.wsj.com (24.03.2019).

³ Dotyczy osób, które się urodziły w 1998 roku lub później.

⁴ M. Matuschek, *Klimaproteste Platzt gerade die Diplomblase?*, „Neue Zürcher Zeitung”, 2.04.2019, www.nzz.ch (2.04.2019).

⁵ E. Gujer, *Tut Busse und bessert euch! Die Grünen sind Experten für den Weltuntergang*, „Neue Zürcher Zeitung”, 26.04.2019, www.nzz.ch (26.04.2019).

sceptycyzm co do zasadności oraz doboru narzędzi prowadzenia polityki klimatycznej można dostrzec w programach nie tylko organizacji o zradykalizowanych programach. W debacie poprzedzającej wybory do Parlamentu Europejskiego w kwietniu 2019 roku niemieccy liberałowie (FDP) formułowali jednoznaczne ostrzeżenia, że realizacja polityki klimatycznej nie może skutkować wprowadzeniem gospodarki planowej do systemu społeczno-gospodarczego bazującego na swobodzie wyboru przedmiotu i form działalności uczestników rynku, czyli producentów i konsumentów⁶. Drastyczną formę sprzeciwu wobec realizacji polityki klimatycznej zaakceptowanej w Porozumieniu Paryskim z grudnia 2015 roku stanowi wypowiedź Donalda Trumpa, prezydenta USA, który uważa, że teoria dotycząca zmian klimatycznych jest największym oszustwem (*the greatest hoax*)⁷.

Wdrażanie koncepcji elektromobilności mogłoby być traktowane jako klasyczne działanie związane z wprowadzaniem innowacyjnego rozwiązania i jego komercjalizacją. Taki proces przebiegałby zgodnie z modelowym przebiegiem cyklu życia produktu. Przedsiębiorcy angażujący się we wdrożenie innowacji inwestowaliby w produkcję i sprzedaż samochodów elektrycznych z baterią (*Battery Electric Vehicle* – BEV). Pierwszą fazę sukcesu osiągnęliby w momencie, w którym udałoby się im uzyskiwać jednostkowe przychody ze sprzedaży pozwalające na pokrycie pełnych kosztów wytworzenia jednego produktu. Drugą fazę sukcesu osiągnęliby w momencie uzyskania takiej nadwyżki przychodów nad kosztami, która pozwoliłaby pokryć wydatki kapitałowe poniesione jako nakłady inwestycyjne. Pełen sukces wystąpiłby wówczas, gdy pierwotnie poniesione inwestycje zaczęłyby przynosić zyski. Dotychczasowe doświadczenia nie wskazują jednak, aby którykolwiek z producentów pojazdów BEV zbliżał się do momentu, w którym sprzedaż tych produktów nie wywołuje strat komercyjnych. W tych okolicznościach okazuje się, że innowacyjne rozwiązanie nie spełnia cechy postępu technicznego, którą jest powiązanie zastosowania nowej techniki z uzyskiwaniem pozytywnych wyników mikroekonomicznych⁸.

Wobec braku przekonującej prognozy, że produkcja samochodów BEV przyniesie zyski inwestorom, w koncepcji elektromobilności próbuje się zastąpić kryterium efektywności mikroekonomicznej innymi kryteriami pozwalającym wykazać atrakcyjność zastępowania pojazdów z silnikami spalinowymi samochodami BEV. Podstawowym kryterium miałyby być realizacja celu polegającego na upowszechnieniu nowych rozwiązań w zakresie gospodarowania nośnikami energii. Przy trwającym rozwoju gospodarczym na świecie utrzymuje się znane od pierwszej rewolucji przemysłowej zjawisko zwiększania się zapotrzebowania na energię. Przyjmuje się więc, że celem nie może być ograniczenie zużycia energii w globalnej gospodarce, ale – uwzględniając wyzwania polityki klimatycznej – mogłoby być istotne przekształcenie tzw. koszyka energetycz-

⁶ D. Heide, Christian Lindner – *Wiederwahl mit Schönheitsfehlern*, „Handelsblatt” 26.04.2019, www.handelsblatt.com (26.04.2019).

⁷ T. Roberts, *One year since Trump's withdrawal from the Paris climate agreement*, Brookings, 1.06.2018, www.brookings.edu (19.04.2019).

⁸ S. Marciniak, *Innowacyjność i konkurencyjność gospodarki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 23–24.

nego (*energy mix*). W miejsce zużycia pierwotnych nośników energii pochodzenia organicznego (przede wszystkim węgla brunatnego, następnie węgla kamiennego, ropy naftowej, a docelowo także gazu ziemnego) miałoby dojść do powszechnego wykorzystywania energii elektrycznej pozyskiwanej przede wszystkim z różnorodnych OZE, a uzupełniając w fazie przejściowej także z reaktorów jądrowych oraz generatorów zasilanych gazem ziemnym. W koncepcji elektromobilności kryterium przedmiotowe (związane z kształtowaniem struktury zużycia nośników energii) jest traktowane jako substytut kryterium ekonomicznego. To oznacza, że musiałby zostać naruszony podstawowy mechanizm funkcjonowania gospodarki rynkowej. Zamiast popytu, jako czynnika decydującego o wielkości i strukturze podaży dóbr rzeczowych i nierzeczowych – m.in. energii elektrycznej – oraz usług, decyzje podejmowane w gronie wykraczającym poza zbiorowość uczestników rynku miałyby rozstrzygać, co jest dostępne w systemie społeczno-gospodarczym. Różne środowiska opiniotwórcze na świecie optują przy tym, aby podjąć decyzję polityczną, znajdującą swoje odzwierciedlenie w regulacjach prawnych, że określona struktura koszyka energii w skali globu i w podziale na poszczególne regiony świata ma zostać osiągnięta do 2050 roku.

Prowadzona w Unii Europejskiej od wielu dekad polityka transportowa promująca transport kolejowy korzystający dość powszechnie z trakcji elektrycznej i efektywniej niż transport drogowy wykorzystujący trakcję spalinową nie przynosi oczekiwanych efektów w postaci wzrostu udziału kolei w wykonywanej pracy przewozowej w procesach przemieszczania osób i ładunków. Dostrzegając brak efektów dotychczasowej polityki, wypracowano jej nową wersję, w której przewidziano promowanie energii elektrycznej w transporcie drogowym, w tym w motoryzacji indywidualnej. Obecnie najważniejszym wyzwaniem stało się znalezienie narzędzi, których zastosowanie pozwoliłoby na upowszechnienie w skali globalnej trakcji elektrycznej w transporcie drogowym. Do rozpatrzenia są dwa warianty. W pierwszym z nich władze publiczne ograniczyłyby się do korekty ładu gospodarczego. Zmiana parametrów, które muszą uwzględniać konsumenci i producenci jako uczestnicy rynku, miałaby doprowadzić do zmiany wzorców konsumpcji i w konsekwencji do zmian strukturalnych w popycie na środki transportu i wtórne nośniki energii zużywanej w transporcie, a także do zmian strukturalnych w popycie na usługi przemieszczania osób i ładunków. W drugim z tych wariantów władze publiczne mogłyby przygotować plan średniookresowy i wprowadzić administracyjne ograniczenia wobec konsumentów oraz administracyjne zakazy i nakazy wobec producentów. W tym wariantcie sięgnięto by do narzędzi znanych w systemach gospodarczych (w tym z dużym sukcesem stosowanych w minionych trzech dekadach w Chińskiej Republice Ludowej), gdzie łączone są elementy podporządkowanej władzy publicznej gospodarki planowej z elementami gospodarki rynkowej bazującej na prawie własności uczestników rynku.

Celem niniejszego opracowania jest przeanalizowanie różnych czynników, które oddziałują na zakres i treść koncepcji elektromobilności. Ramy tej koncepcji zostały opisane w punkcie pierwszym. Zostało wykazane, że opis i analiza tej koncepcji powinny być przeprowadzone w formie studium interdyscyplinarnego. W punkcie drugim przywołane zostały zasady planowania działalności gospodarczej w gospodarce rynkowej, aby odwołując się do tych zasad, rozpatrywać możliwość i zasadność potraktowania

procesu upowszechniania elektromobilności jako przedmiotu planu gospodarczego. Z zagadnieniem racjonalności przygotowywania i realizacji państwowych planów gospodarczych w gospodarce rynkowej bezpośrednio wiąże się odmiennosc metody sterowania gospodarką w Chińskiej Republice Ludowej. Efektem stosowania tych metod w minionych trzech dekadach poświęcony jest punkt trzeci. Czwarty punkt poświęcony jest analizie działalności Elona Muska, jego naśladowcom i oponentom. Odkąd TESLA weszła na rynek motoryzacyjny, cały zasiedziały przemysł *automotive* musiał poddać krytycznej analizie swoje dokonania i rozważyć zasadność korekty dotychczasowej ścieżki rozwoju. E. Musk wszedł do biznesu motoryzacyjnego w epoce, w której zaczyna się tworzyć świat cyber-fizyczny. Jego cechy są przedstawione w punkcie piątym. W punkcie szóstym omówiona została istota zmian klimatycznych. Ponadto przeprowadzono krótką analizę, czy realizacja polityki klimatycznej może być w ogóle rozważana w innym wariantcie niż globalny program wdrażania nowych zasad funkcjonowania systemu społeczno-gospodarczego. W punkcie siódmym został scharakteryzowany system energetyczny. Wykazuje on cechy systemu hybrydowego, a perspektywy jego transformacji do mono-systemu elektroenergetycznego bazują jedynie na postulatach. W ocenie uczestników rynku do 2050 roku zasadne będzie kontynuowanie inwestowania w różne sektory energetyki. Punkt ósmy poświęcony jest brakującemu ogniwu w koncepcji elektromobilności. Stanowi je bateria, której dotychczasowe wersje są tak mało atrakcyjne dla użytkowników (pod względem funkcjonalności oraz wysokich kosztów wytwarzania), że nie można przewidywać, iż koncepcja elektromobilności wywoła powszechną akceptację rynku. Punkt dziewiąty zawiera opis dylematu, czy elektromobilność w transporcie drogowym uda się skutecznie upowszechnić dzięki przygotowaniu i realizacji średniookresowego planu gospodarczego o zasięgu globalnym, czy też w perspektywie 2050 roku pozostanie jedynie koncepcją utopijną. Znajduje się w tym punkcie odwołanie do wzorca polityki przemysłowej, aby podkreślić, że realizacja koncepcji elektromobilności uzależniona jest od wdrożenia nowych technologii, a ich aprobatą społeczną może doprowadzić do zmiany wzorca konsumpcji. Dzięki takiej zmianie możliwe byłoby w skali globalnej zahamowanie zużycia wielu wyczerpywalnych surowców oraz ograniczenie obciążenia natury przez człowieka, w tym emisji gazów cieplarnianych.

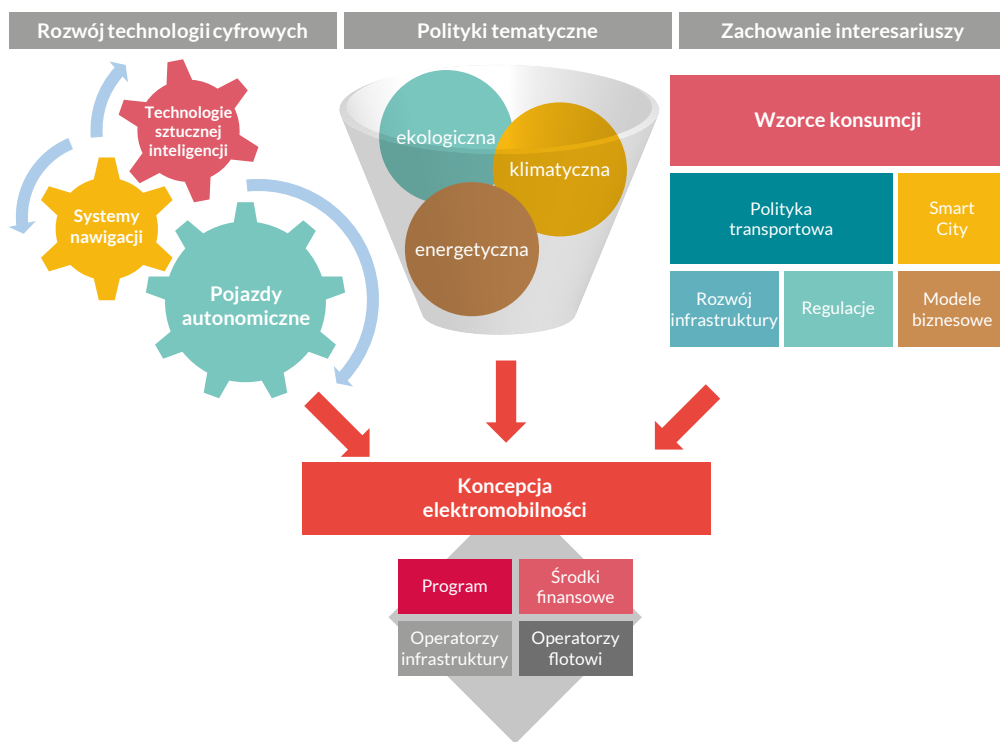
Rozważania autorskie przedstawione w niniejszym opracowaniu są wynikiem przeprowadzonych studiów literaturowych o zasięgu interdyscyplinarnym, dzięki analizie raportów i danych źródłowych, a także wymianie poglądów z różnymi interesariuszami systemów mobilności i logistyki.

1. Rozszerzona koncepcja elektromobilności

Standardowy opis koncepcji elektromobilności obejmuje dwa podstawowe elementy: pojazd z bateriami oraz infrastrukturę elektroenergetyczną: sieć oraz punkty ładowania baterii. Cechę nowości w koncepcji elektromobilności przypisuje się jedynie baterii oraz infrastrukturze elektroenergetycznej obejmującej sieć wykorzystywaną do dystrybucji energii elektrycznej oraz punktom ładowania baterii. Sam pojazd

elektryczny (samochód osobowy, samochód ciężarowy, autobus, pojazdy specjalne) poza systemem napędowym nie różni się od pojazdów z silnikami spalinowymi. Do tego jest znany, choć niezbyt popularny, jako trolejbus, wózek akumulatorowy do przewozów wewnątrzzakładowych.

Koncepcja elektromobilności ma znacznie więcej składowych i uwzględnia oddziaływanie wielu czynników na proces kształtowania treści tej koncepcji oraz na przebieg jej realizacji. Opis rozszerzonej koncepcji elektromobilności wymaga podejścia interdyscyplinarnego, którego zastosowanie ułatwia zdefiniowanie i analizę przebiegu procesów operacyjnych oraz potencjalnych szans i barier rozwoju elektromobilności. Na rysunku 1 przedstawiono wpływ rozwoju technologii cyfrowych, polityk tematycznych: klimatycznej, ekologicznej i energetycznej oraz zachowania interesariuszy na zakres koncepcji elektromobilności i przebieg procesu wdrażania tej koncepcji. Po szczególne grupy czynników są opisane w kolejnych punktach tego opracowania.



Rys. 1. Grupy czynników oddziałujących na zakres i treść koncepcji elektromobilności i przebieg procesu wdrażania tej koncepcji

Źródło: Opracowanie własne.

W minionych latach pojawiło się wiele publikacji, a także dokumentów wydanych przez organizacje szczebla krajowego i międzynarodowego, w których omawiane są programy upowszechniania elektromobilności. Szczególnie dużo miejsca poświęcono spektakularnym projektom inwestowania we floty samochodów z napędem elektrycznym oraz modelom użytkowania tej floty. Podkreślany jest nowatorski charakter ofert operatorów, którzy przez wielu traktowani są jako uczestnicy gospodarki współdziele-

nia zasobów (*sharing economy*). Wydaje się, że jest to nieporozumienie, gdyż w procesie współdzielenia uczestniczą jedynie konsumenci, którzy są skłonni udostępniać pewne zasoby swojego gospodarstwa domowego nieodpłatnie lub pobierając świadczenie wzajemnie (pieniężne lub rzeczowe), nie prowadząc jednak działalności komercyjnej. Analiza działalności operatorów flot pozwala stwierdzić, że są to reprezentanci nowatorskiej i coraz bardziej popularnej formy działalności gospodarczej, którą można określić mianem gospodarki operatorów platform (*platform economy*)⁹. Jej przykładem jest oferta *car as a service* skierowana do tych osób, które chcą skorzystać z pojazdu w celu odbycia incydentalnej, choć powtarzającej się, podróży. Jedną z grup docelowych dla operatorów flot stanowią młodzi ludzie obu płci z generacji millenialsów, którzy nie są zwolennikami posiadania swojego własnego samochodu, tak jak fascynację prowadzeniem swojego własnego pojazdu i możliwością zaprezentowania go w swoim otoczeniu jako obiektu prestiżu przeżywali w latach 60. i 70. minionego wieku ich ojcowie, a bardzo rzadko także ich matki¹⁰. Istnienie mediów społecznościowych oraz aplikacji mobilnych stwarza warunki, w których konsumenci mogą sięgać po pewne dobra i usługi spontanicznie, kiedy uświadamiają sobie, że właśnie jest to im potrzebne. Ważnym elementem koncepcji elektromobilności jest wpisanie oferty zaspokojenia potrzeby w zintegrowany system usług dostępnych „w każdym czasie i w każdym miejscu”. Uwzględniana jest przy tym rosnąca wrażliwość konsumentów na znaczenie rozwiązań technicznych, których zastosowanie przyczynia się do zaspokajania potrzeb mobilności przy możliwie ograniczonym obciążaniu środowiska naturalnego kosztami zewnętrznymi realizacji procesów przemieszczania osób i rzeczy.

2. Planowanie w analogowej gospodarce rynkowej Europy Zachodniej, pierwsze protesty społeczne i początki definiowania i wdrażania polityk tematycznych

Po II wojnie światowej ukształtowana została zachodnioeuropejska gospodarka rynkowa, w której przemysł szybko się rozwijał dzięki upowszechnianiu coraz doskonalszych technologii analogowych. Jedną z czołowych branż stał się przemysł motoryzacyjny, którego coraz lepsze produkty znajdowały uznanie także poza macierzystym kontynentem. Niemieckie samochody BMW, Mercedes, Porsche i Audi (grupa VW) zdobyły segment *premium* w wielu regionach świata, włącznie z USA, krajem-kolebką motoryzacji¹¹. Z analizy tempa rozwoju gospodarczego w krajach Europy Zachodniej od 1945 roku wynika, że największe przyrosty PKB występowały w tym regionie w dekadach lat 50. i 60.

⁹ V. Lehonvirta, O. Kässi, I. Hjorth, *The Global Platform Economy: A New Offshoring Institution Enabling Emerging-Economy Microproviders*, „Journal of Management” Vol. 45, No. 2, February 2019, s. 569.

¹⁰ A. Capus, *Hat das Auto bald ausgedient? Die körperlosen Sehnsüchte der Jugend*, „Neue Zürcher Zeitung”, 23.04.2019, www.nzz.ch (23.04.2019).

¹¹ Wartość eksportu samochodów osobowych i części z Niemiec do USA wyniosła w 2018 roku 27,2 mld EUR i stanowiła 11,8% wartości niemieckiego eksportu w tej grupie towarowej; *Autos bleiben Deutschlands wichtigstes Exportgut – nicht zuletzt wegen den USA*, „Handelsblatt” 20.02.2019, www.handelsblatt.com (20.02.2019).

minionego wieku. Był to okres bardzo szybkiego upowszechniania nowych technologii (analogowych) w europejskim przemyśle, szczególnie we Francji, Republice Federalnej Niemiec oraz w Wielkiej Brytanii¹². Indywidualna motoryzacja kreowała popyt na samochody, w których napęd zdominowały dwa rozwiązania: benzynowego silnika z zapłonem iskrowym Otto oraz silnika z samoczynnym zapłonem Diesla.

Dynamiczny rozwój przemysłu motoryzacyjnego, obejmującego obok kilkudziesięciu fabryk samochodów osobowych, ciężarowych, autobusów i jednośladów tysiące zakładów tworzących łańcuch dostaw, dokonał się pod wpływem oddziaływania mechanizmu rynkowego. Popyt na różnej klasy i odpowiednio drogie lub tanie pojazdy z silnikami spalinowymi skłaniał do inwestowania w rozwój potencjału wytwórczego. Po stronie władzy publicznej było planowanie rozwoju infrastruktury, z której miały korzystać te pojazdy. Z wymienionych trzech krajów przede wszystkim we Francji korzystano z państwowych planów rozwoju całego kompleksu gospodarczego, aby zapewnić koordynację procesów zachodzących w systemie społeczno-gospodarczym. Pierwszy Plan został wytyczony na lata 1946–1952, a na każdą z kolejnych pięciolatek przygotowywano kolejne wersje Planu. Te dokumenty państwowe koncentrowały się na kształtowaniu struktury gospodarki w ujęciu makroekonomicznym, ale przy ich opracowywaniu uwzględniano potrzeby i możliwe scenariusze zmian w strukturze rzeczowej, w tym w odniesieniu do kształtowania infrastruktury technicznej kraju. W Niemczech planowanie rozwoju gospodarczego w ujęciu makroekonomicznym nie uzyskało tej samej rangi co we Francji. Ze względu na wieloaspektowe znaczenie infrastruktury technicznej w 1985 roku zrewidowana została metoda formułowania Federalnego Planu Rozwoju Infrastruktury Transportowej (*Bundesverkehrswegeplanung*)¹³. W polityce transportowej zaczęto uwzględniać znaczenie obciążenia środowiska naturalnego. W Wielkiej Brytanii administracja rządowa nie włączała się w proces planowania gospodarki narodowej, choć w okresach pełnienia władzy przez Partię Pracy aktywniejsze były agendy władzy publicznej odpowiedzialne za monitorowanie i prognozowanie procesów gospodarczych niż w okresach pełnienia władzy przez Partię Konserwatystów¹⁴. Pozostawianie niektórych zagadnień sektorowych poza obszarem zainteresowania władz rządowych nie było jednak możliwe w żadnym z państw Europy Zachodniej. Dotyczyło to częściowo infrastruktury technicznej (np. kolejowej i drogowej, przesyłania energii elektrycznej), a także potencjału sektora elektroenergetycznego.

Praktyka kreowania i realizacji średniookresowych planów gospodarczych w krajach Europy Zachodniej przez prawie pół wieku rozkwitu technologii analogowych nie była poddana skutecznej kontroli społecznej. Wzrastający poziom konsumpcji sprzyjał afirmacji procesu „wznoszenia kolejnych kominów przemysłowych”, czyli wdrażania nowych metod masowego wytwarzania dóbr bez uwzględniania negatywnego wpływu ich stosowania na człowieka i środowisko naturalne. Ważny sygnał, że ludność nie

¹² G. Denton, M. Forsyth, M. MacLennan, *Economic Planning and Policies in Britain, France and Germany*, George Allen & Unwin Ltd, Londyn 1968, s. 19.

¹³ G. Aberle, *Transportwirtschaft*, Oldenbourg Verlag, Monachium-Wiedeń 2003, s. 478.

¹⁴ G. Denton, *dz. cyt.*, s. 117.

chce patrzeć bezkrytycznie na zachodzące zmiany gospodarcze i zastój w przeobrażeniach stosunków społecznych, stanowiła rewolucja na francuskich uniwersytetach wiosną 1968 roku. Młodzi ludzie uświadomili sobie i w gwałtowny sposób zmanifestowali brak akceptacji dla izolacji i alienacji ich pokolenia, uzyskując wsparcie 10 milionów współobywateli, którzy przystąpili do strajku generalnego¹⁵. Podobny charakter do zmian społecznych we Francji miała ewolucja ruchu młodzieżowego w Niemczech. Jednym z liderów stał się Joseph Martin „Joshka” Fischer. Jego postawa z końca lat 60. jako radykalnego aktywisty uległa istotnej korekcie na początku lat 80., kiedy zaczął funkcjonować w partii politycznej Związek 90/Zieloni. Im bardziej zdobywał realny wpływ na politykę, osiągając w 1998 roku stanowisko wicekanclerza Niemiec, tym bardziej dostosowywał swoje zachowanie do schematu wykreowanego przez establishment. W ten sposób mógł doprowadzić do wdrażania w życie znacznej części ambitnych postulatów proekologicznej polityki społeczno-gospodarczej.

Pierwsze przejawy aktywności młodzieży i jej coraz większego zaangażowania w kreowanie i realizację polityki proekologicznej w Europie Zachodniej zbiegło się w czasie z inicjatywami ustawodawczymi w Kalifornii. W 1970 roku przyjęto prawo stanowe, które wprowadziło po raz pierwszy limity spalin z silników samochodowych. Po 1973 roku, kiedy doszło do pierwszego światowego kryzysu naftowego, istotne znaczenie w USA zaczęła zdobywać dodatkowo polityka energetyczna. W 1977 roku prezydent Jimmy Carter powołał Department of Energy, którego rolą było stworzenie i koordynowanie polityki energetycznej z uwzględnieniem energetyki jądrowej.

Przywołany wątek historyczny upoważnia do konstatacji, że pierwotnie władze publiczne w gospodarce rynkowej wspierały przemysł bezkrytycznie, rozumiejąc wpływ wzrostu produkcji na wzrost poziomu życia. W niektórych krajach sięgano po średniookresowe plany gospodarcze. Odgrywały one rolę narzędzi wspierających oddziaływanie władz publicznych na rynek, ale nie miały służyć bezpośredniemu kreowaniu przebiegu procesów gospodarczych w gospodarce rynkowej. Mimo sukcesów w osiąganiu celów wytyczonych w planach państwowych właśnie we Francji doszło do pierwszego, i jak się później okazało, przełomowego buntu społecznego wywołanego przez młodzież. Młode pokolenie także w innych krajach zaczęło być aktywne i kontestowało m.in. brak uwzględnienia w planach państwowych zagadnień dotyczących ochrony środowiska naturalnego. W epoce funkcjonowania gospodarki analogowej jednak nigdy i nigdzie (w Europie Zachodniej) nie sięgnięto do średniookresowego planu gospodarczego jako narzędzia realizacji polityki społeczno-gospodarczej za pomocą administracyjnych ograniczeń, nakazów i zakazów.

3. Efekty trzech dekad rozwoju ChRL

Chińczycy raczej nieodwołalnie odeszli od poprzedniej, forsowanej przez Deng Xiaopinga strategii budowania potęgi po cichu¹⁶. Przez trzy dekady budowały z mo-

¹⁵ A.W. Smith, *The Paris riots of May 1968: How the frustrations of youth brought France to the brink of revolution*, „The Independent”, 6.05.2018, www.independent.co.uk (19.04.2019).

¹⁶ B. Góralczyk, *Między „kooperacją” a starciem tytanów*, „Nowa Konfederacja” nr 1 (103)/2019, s. 20.

zołem swoją gospodarkę, która działa w nieprzejrzysty sposób. W drugiej dekadzie XXI wieku ujawniły, że udało się skumulować ogromny kapitał finansowy, zgromadzić wielkie aktywa materialne (*tangible assets*) i – co stanowi pewne zaskoczenie – wystarczająco duże aktywa niematerialne (*intangible assets*), aby rzucić USA i Europie wyzwanie ubiegania się o prymat w gospodarce światowej.

Mechanizm rynkowy decyduje jakoby o zachowaniu konsumentów i producentów na krajowym rynku. Ale wiadomo, że liderzy przemysłu, handlu i innych sfer działalności gospodarczej reprezentujący zarówno sektor państwowy, jak i sektor prywatny, są bezpośrednio powiązani z Komunistyczną Partią Chin. Nie wiadomo, które fundusze inwestycyjne zaangażowane w finansowanie rozwoju potencjału gospodarczego w kraju oraz w inwestycje bezpośrednie i portfelowe za granicą są pod kontrolą sektora państwowego, a które faktycznie stanowią środki znajdujące się w swobodnej dyspozycji coraz liczniejszej grupy miliarderów i milionerów. Można przypuszczać, że gospodarka w Chińskiej Republice Ludowej jest jednak zdominowana przez władzę państwową, prowadzącą długofalową politykę kształtowania scentralizowanego i poddanego władzy autorytarnej systemu społeczno-gospodarczego w kraju oraz stref oddziaływania Chin na inne kraje. O tym, że szybko rozwijającym się przemysłem steruje władza, może świadczyć struktura tego sektora gospodarki. W 2005 roku 52% pracowników przemysłowych pracowało w wielkich przedsiębiorstwach (*large firm*), którymi władzy centralnej jest łatwiej sterować niż bardzo liczną zbiorowością małych i średnich przedsiębiorstw¹⁷.

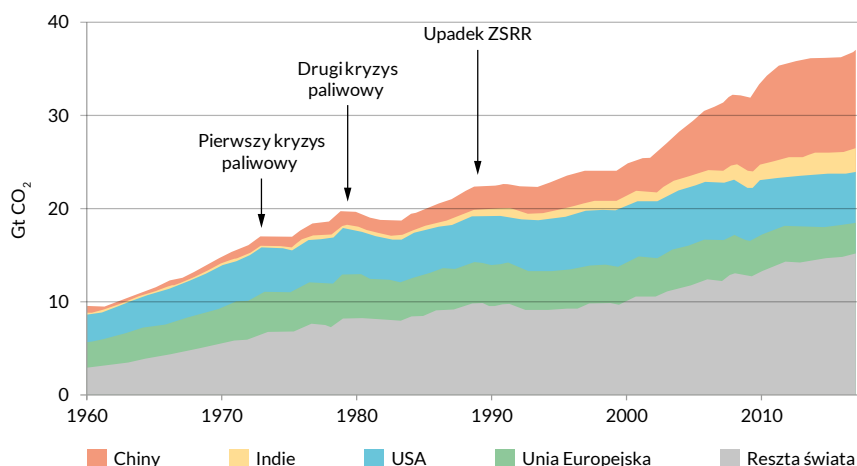
W Chinach rozwój produkcji przemysłowej, realizacja licznych inwestycji w infrastrukturę, aktywność w sferze mobilności i logistyki, w części związane z rozwojem rynku wewnętrznego, a w części z niezwykle dynamicznym wzrostem eksportu, wymagały równie szybkiego wzrostu zużycia wtórnych nośników energii. W 2018 roku w koszyku energetycznym węgiel kamienny stanowił 59% całości zużycia paliw i wykorzystania innych źródeł energii¹⁸. W konsekwencji zwiększenia zużycia paliw pochodzenia organicznego – co ilustruje wykres – Chiny stały się głównym emitentem CO₂ na skalę światową (rys. 2).

Chinom, tak samo jak Niemcom oraz Japonii, zarzuca się, że realizując odmienne strategie kształtowania swojego krajowego potencjału gospodarczego, wykorzystują rynek globalny do uzyskiwania nieproporcjonalnie dużych korzyści dla siebie zgodnie z koncepcją „neomerkantylizmu”. Wymienione kraje manipulują regułami polityki handlowej, inwestycyjnej i pieniężnej, przez co deformują relacje między uczestnikami handlu międzynarodowego i utrzymują w długim okresie nadwyżkę wartości eksportu nad importem¹⁹. O ile Niemcy i Japonia przez dekady budowały swoją przewagę konkurencyjną dzięki zastosowaniu nowych technologii i wprowadzaniu na rynek globalny innowacyjnych produktów, to Chiny postawiły na naśladownictwo, a nawet na kradzież *know-how*.

¹⁷ R.D. Atkinson, M. Lind, *Big is Beautiful. Debunking the Myth of Small Business*, The MIT Press, Cambridge (MA) – Londyn 2018, s. 130.

¹⁸ T. Daly, M. Xu, *China's 2018 coal usage rises 1 percent, but share of energy mix falls*, Reuters 28.02.2018, www.reuters.com (19.04.2019).

¹⁹ P. Mason, *Postkapitalismus. Grundrisse einer kommenden Ökonomie*, Surkamp, Berlin 2016, s. 49.



Rys. 2. Wzrost emisji CO₂ ze spalania paliw kopalnych w latach 1957–2017

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Najwięksi emitenci CO₂ – niechlubny ranking*, www.green-projects.pl 6.02.2019 (19.04.2019).

Sklonność do naśladownictwa w chińskim przemyśle ujawnia zestawienie liderów na rynku smartfonów. W 2018 roku na świecie sprzedano ich 1,56 mld sztuk. Samsung (Korea Płd.) wyprodukował 19,0% z tej liczby, a Apple (USA) 13,4%, korzystając z podwykonawców chińskich i tajwańskich. Tańsze i mniej zaawansowane smartfony, wykorzystujące Android, system operacyjny amerykańskiego Google, wyprodukowali pod swoją marką dwaj chińscy dostawcy: Huawei – 13,0% oraz Xiaomi – 7,9% ogólnej liczby sprzedanych urządzeń.

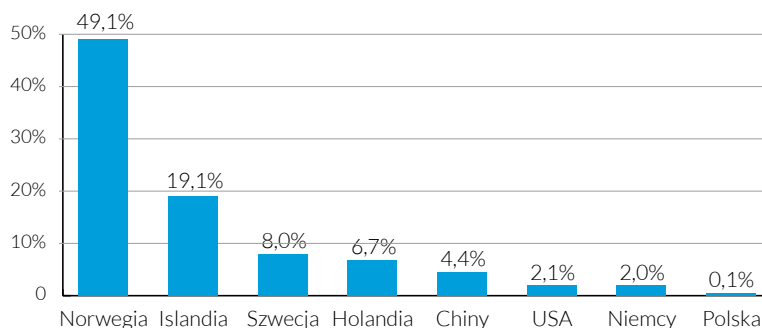
Pozycję lidera w innym segmencie rynku zdobył Huawei. W pierwszej połowie 2018 roku 33,1% wartości dostaw sprzętu instalowanego w światowej infrastrukturze telekomunikacyjnej pochodziło od tego producenta, gdy kolejne pozycje na rynku zajęli: Nokia – 17,2% i Ericsson – 11,7% z Europy, NEC – 4,4% z Japonii oraz Cisco – 3,1% i Motorola – 2,9% z USA²⁰. W odniesieniu do stopnia zaawansowania technologicznego Huawei w produkcji urządzeń dla technologii telekomunikacyjnej 5G specjaliści z USA i Europy zadają sobie pytanie o podstawowym znaczeniu, czy 25 tys. pracowników w działach R&D pozwoliło Chińczykom na pozyskanie przewagi technologicznej nad producentami z innych regionów świata. Ze względów strategicznych to samo pytanie nurtuje polityków, w tym Amerykanów, którzy podejrzewają Huawei o stosowanie ukrytych technik nielegalnego przechwytywania danych lub deformowania danych podczas transmisji²¹. W trwającej konfrontacji na forum międzynarodowym kierownictwo Huawei odrzuca formułowane podejrzenia. Zabiegając o pozyskanie zaufania potencjalnych klientów z USA, Europy oraz innych regionów świata, proponuje, że może zostać podpisana wielostronna deklaracja o wystrze-

²⁰ S. Afhüppe, S. Hua, B. Bazli, J. Petring, *Huawei-Chef Ren Zhengfei: „5G ist für USA eine Art Atombombe“*, „Handelsblatt“ 17.04.2019, www.handelsblatt.com (17.04.2019).

²¹ S. Hua, S. Scheuer, *Wie gefährlich ist Huawei? Einblicke in das Innenleben des umstrittenen Tech-Konzerns*, „Handelsblatt“ 15.03.2019, www.handelsblatt.com (15.03.2019).

ganiu się szpiegostwa w gospodarce cyfrowej (*No Spy-Agreement*)²². Polska, podobnie jak inne kraje członkowskie UE, stoi przed dylematem, na ile dopuścić Huawei do krajowego systemu telekomunikacyjnego 5G²³.

Osiągnięcia Chińczyków w zakresie rozwoju nauki i techniki, a w szczególności technologii cyfrowych, są szczególnie istotne dla kształtowania się perspektyw upowszechniania elektromobilności na świecie. Władze państwowe oraz samorządowe są zainteresowane zbudowaniem przewagi konkurencyjnej Chin na rynku pojazdów z napędem elektrycznym, choć mają świadomość, że Amerykanie i Europejczycy mają podobne cele. Ze względu na skalę rynku krajowego w Chinach w 2018 roku było najwięcej zarejestrowanych pojazdów z silnikami elektrycznymi BEV: 1053 tys., gdy w USA było to 361 tys., a w Norwegii 73 tys. sztuk. Ale znaczenie floty BEV w całym parku samochodów osobowych określają wskaźniki udziału, a nie liczby bezwzględne. Promowanie pojazdów BEV w niektórych krajach europejskich spowodowało, że w czterech małych krajach europejskich wartości tego udziału są wyższe niż w Chinach. Udział samochodów BEV we flocie samochodów osobowych w wybranych krajach na świecie w 2018 roku przedstawia poniższy wykres (rys. 3).



Rys. 3. Udział samochodów elektrycznych BEV w całym parku samochodów osobowych w wybranych krajach w 2018 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie G. Steingart, *Die E-Mobilität in Deutschland*, www.gaborsteingart.com (1.04.2019) i *Wyniki sprzedaży samochodów elektrycznych 2018 w Polsce: 620 egzemplarzy*, www.elektrowóz.pl (28.04.2019).

Przejrzystość chińskiego rynku motoryzacyjnego jest ograniczona, przez co eksperci powołują się jedynie na szacunki dotyczące sprzedaży samochodów BEV. Według korespondenta portalu Clean Technica pod koniec pierwszego kwartału 2019 roku TESLA sprzedawała dziennie ponad 1 tys. różnych modeli, w tym ok. 300 sztuk w Pekinie, ponad 200 szt. w Shenzhen²⁴. Te dane potwierdzałyby wcześniejsze doniesienia, że w 2018 roku w Chinach TESLA i jej miejscowy konkurent BYD sprzedają po

²² S. Hua, *Huawei-Europa-Chef: „Wir wären bereit, ein No-Spy-Agreement zu unterzeichnen“*, „Handelsblatt“ 14.03.2019, www.handelsblatt.com (14.03.2019).

²³ M. Przychodniak, *Amerykańsko-chiński spór o Huawei: wyzwania dla Unii Europejskiej*, Biuletyn PISM Nr. 48 (1796), kwiecień 2019, s. 2.

²⁴ Z. Shahan, *Tesla Model 3 Sales Booming In China, While Gigafactory 3 Construction Going 24/7*, CleanTechnica, 2.04.2019, www.cleantechnica.com (19.04.2019).

ok. 250 tys. BEV każdy, a kolejne miejsca w rankingu sprzedaży zajęli lokalny BAIC oraz BMW, sprzedając po ponad 100 tys. BEV każdy²⁵.

Rynek chiński jest niezmiernie ważny dla rozwoju elektromobilności z kilku powodów. Przede wszystkim ze względu na potencjalną głębokość rynku. W przyszłości można na nim będzie ulokować w każdym roku miliony nowych pojazdów. Równie duże znaczenie mają: już osiągnięty poziom rozwoju bazy produkcyjnej, bezpośredni dostęp do dostawców baterii z rynku krajowego oraz bliskość geograficzna do wiodących na świecie dostawców baterii z Korei Płd. (Samsung, LG) i Japonii (Panasonic, AESC), a także nadal utrzymujące się atrakcyjne warunki prowadzenia działalności gospodarczej. Chiny mogą się stać liderem wśród producentów pojazdów mechanicznych z napędem elektrycznym. W 2019 roku, obok zakładów należących do OEM (*Original Equipment Manufacturer*) z zagranicy, w tym segmencie rynku w roli producentów występowało dziesięciu lokalnych producentów: Byton, BYD – Build Your Dreams, BAIC, Zhidou, Changjiang EV, Kandi (Geely), Nio, Hawtai, Great Wall Motors i Lifan Motors. Wielkość sprzedaży i udział tych producentów w globalnym rynku samochodów BEV w okresie od stycznia do listopada 2018 roku przedstawia tabela 1. Producenci chińscy osiągnęli prawie 50% udział w TOP13 producentów światowych BEV.

Tab. 1. Wielkość sprzedaży oraz udział w rynku 13 największych światowych producentów samochodów elektrycznych (BEV) w okresie od stycznia do listopada 2018 roku

Producent	Kraj produkcji	Liczba samochodów	Udział w TOP 13	Udział krajów w TOP13	
1 Tesla	USA	204885	17,6%	Chiny	49,1%
2 BYD	Chiny	192437	16,6%	USA	21,9%
3 BAIC	Chiny	137133	11,8%	Niemcy	13,7%
4 BMW	Niemcy	112804	9,7%	Japonia	11,3%
5 Nissan	Japonia	89864	7,7%	Francja	4,0%
6 Roewe	Chiny	86039	7,4%		
7 Cherry	Chiny	59501	5,1%		
8 Chevrolet	USA	49478	4,3%		
9 Hawtai	Chiny	48566	4,2%		
10 VW	Niemcy	46656	4,0%		
11 Renault	Francja	45952	4,0%		
12 Geely	Chiny	45809	3,9%		
13 Toyota	Japonia	41812	3,6%		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: B. Weddeling, T. Jahn, S. Hua, *Inside Tesla – Ein Besuch im Allerheiligen des US-Konzerns*, „Handelsblatt” 10.01.2019, www.handelsblatt.com (10.01.2019).

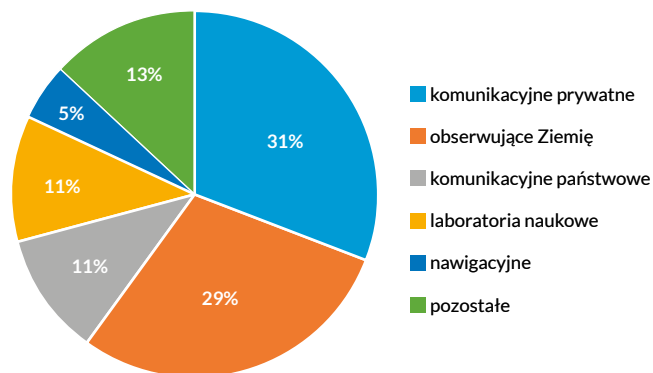
²⁵ B. Schmidt, *Tesla and China's BYD fight for lead in global EV sales*, „The Driven”, 6.02.2019, www.thedriven.io (19.04.2019).

Z rozproszonych raportów z rynku chińskiego, które nie pozwalają na zbudowanie pełnego obrazu tego rynku, wynika, że rozwój produkcji przez krajowy przemysł przebiega z różnymi kłopotami. Zarząd Nio, ogłaszając bardzo słabe wyniki 2018 roku (strata o wartości 1,27 mld EUR przy wartości sprzedaży zaledwie 639 mln EUR) był zmuszony zakomunikować, że został zastopowany projekt wzniesienia własnego zakładu produkcyjnego w Shanghaju, do którego miała zostać przeniesiona produkcja modelu ES8. Produkcja będzie nadal prowadzona u partnera JAC w Hefei²⁶.

4. Elon Musk i jego naśladowcy oraz oponenti

W 1995 roku Elon Musk wytrzymał zaledwie dwa dni jako doktorant na Stanford University. Ważniejsze dla niego było podejmowanie wyzwań w biznesie. Po sukcesach osiągniętych w różnych projektach, zaczynając od start-upu informatycznego Zip2, pod koniec drugiej dekady XXI wieku koncentruje się na zarządzaniu dwóch przedsiębiorstw: SpaceX oraz TESLA wraz z Gigafactory. Trudno ocenić wyniki jego działalności. Umieszczenie na 54. miejscu listy najbogatszych „Forbsa” z majątkiem szacowanym w październiku 2018 roku na 22,8 mld USD jest wskazówką, że osiągnął już bardzo dużo, ale nie pozwala stwierdzić, na ile efektywne będzie jego działanie w kolejnych latach.

Utworzony w 2002 roku SpaceX jest producentem i operatorem statków kosmicznych i współuczestniczy w federalnym programie odzyskiwania przez USA niezależności od Rosji w zakresie prowadzenia badań w przestrzeni kosmicznej. Funkcjonuje w specyficznym sektorze gospodarki, w którym kontakt z konsumentami jest możliwy, ale mało prawdopodobny. Głównym zamawiającym jest NASA, a wśród innych klientów są różne podmioty z całego świata zainteresowane wyniesieniem na orbitę ich sprzętu. USA jest liderem w rozwoju potencjału sztucznych satelitów i dysponuje 849 z nich. Wśród 1957 satelitów Chiny eksploatują 284, Rosja 152, a pozostałymi dysponują inne państwa. Ich różnorodne zastosowanie ilustrują dane na rysunku 4. SpaceX jest ważnym graczem, który upatruje w rynku zagospodarowywania kosmosu duże szanse na rozwój i uzyskiwanie bardzo dobrych wyników ekonomicznych.



Rys. 4. Sztuczne satelity na orbicie Ziemi według ich przeznaczenia; stan na 15.02.2019 roku
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Brandt, *Fast 2000 Satelliten im Erdrorbit*, „Statista” 20.03.2019, www.statista.com (20.03.2019).

²⁶ L. Bay, *Chinesischen Tesla-Jäger geht die Puste aus*, „Handelsblatt” 7.03.2019, www.handelsblatt.com (7.03.2019).

TESLA to producent BEV, który działa wyłącznie dla konsumentów zainteresowanych zakupem luksusowego lub średniej klasy pojazdu wyposażonego w najnowsze osiągnięcia techniki, w tym zaawansowanego asystenta kierowcy. W tym segmencie rynku TESLA nie osiągnęła jeszcze nigdy nadwyżki przychodów nad kosztami. Informacja z początku kwietnia 2019 roku, że Panasonic – partner TESLA w zakresie wytwarzania baterii – wycofuje się z projektu rozbudowy fabryki Gigafactory 1 w Nevadzie oraz wstrzymuje się z podjęciem projektu budowy Gigafactory 3 w Szanghaju, może być odebrana jako kolejny sygnał ostrzegawczy²⁷. Po raz kolejny narastają wątpliwości, czy TESLA jest w stanie w szybkim czasie osiągnąć oczekiwane wyniki ekonomiczne.

Giełdowa wycena TESLI 18 kwietnia 2019 roku wynosiła 47,2 mld USD, przy wycenie jednej akcji 273,26 USD. Zmienność wartości akcji ilustruje wykres (rys. 5). Rekordową wartość akcji zanotowano 23.06.2017 roku i wówczas wydawało się, że TESLA stanie się niekwestionowanym liderem amerykańskiego przemysłu motoryzacyjnego. Świadectwem narastającego zniecierpliwienia inwestorów, którzy muszą z kwartału na kwartał prolongować swoją nadzieję na osiągnięcie przez E. Muska sukcesu komercyjnego w tym projekcie, było wycofanie z niego aż 920 mln USD. Obligacje wyemitowane w 2013 roku zgodnie z wówczas zawartą umową nie zostały zamienione na akcje, gdyż wartość akcji 1 marca 2019 roku nie przekraczała wyznaczonego poziomu co najmniej 359,87 USD.



Rys. 5. Zmienność wartości akcji TESLA do 18 kwietnia 2019 roku

Źródło: NASDAQ: Tesla, www.google.com (15.05.2019).

Gigafactory w Sparks (Nevada) powstała dzięki nakładom inwestycyjnym o wartości 5 mld USD. Od 2018 roku wykorzystywany jest pełen potencjał, dzięki czemu można rocznie wytwarzać 3,5 mln ogniw bateryjnych. 4000 takich ogniw montowanych jest jako bateria w jednym samochodzie modelu Tesla 3. Według ekspertów z Cairn Energy Research Advisors pod koniec 2018 roku w Gigafactory udało się zredukować koszty własnej produkcji ogniwa do 116 USD w odniesieniu do jednej kWh pojemności baterii, gdy średnia na rynku globalnym wynosiła 146 USD²⁸. Gigafactory potencjalnie może kształtować wielkość produkcji niezależnie od popytu w przemy-

²⁷ S. Alvarez, *Tesla battery partner Panasonic will 'study investments over 35 GWh' for Gigafactory 1*, „Teslarati” 11.04.2019, www.teslarati.com (12.04.2019).

²⁸ B. Weddeling, *dz. cyt.*, s. 8.

śle motoryzacyjnym. Ogniwa bateryjne mogą być coraz częściej wykorzystywane do tworzenia magazynów energii stanowiących pozasystemowe (*off-grid*) instalacje elektroenergetyczne. Z inicjatywy E. Muska i we współpracy ze szwajcarskim ABB w Jamestown w stanie Australia Południowa w grudniu 2017 roku powstał magazyn energii współpracujący z instalacjami fotowoltaicznymi generującymi energię elektryczną dla miasta. Jego potencjał pozwala na zasilanie odbiorców z zapotrzebowaniem do 100 MW²⁹. Zrealizowanie projektu w Australii stanowiło ważny etap w przygotowaniu rozwiązania na przyszłość. Zdobyto doświadczenie przydatne przy integracji baterii zainstalowanych w samochodach elektrycznych z lokalnymi sieciami generowania energii elektrycznej z OZE i jej dystrybucji w oknach czasowych, w których te niedyspozycyjne źródła nie są w stanie wytwarzać energii elektrycznej.

Historia rozwoju produkcji samochodów BEV i ogniw elektrycznych, a także rozwoju i wdrażania technologii cyfrowych przez TESLA stanowi wskazówkę dla całego zasiedziałego przemysłu motoryzacyjnego (*incumbents*), jak należy lub nie należy reagować na zachowanie nowych uczestników rynku (*new entrants*), którzy wprowadzają wywrotowe innowacje (*disruptive innovations*). Podstawowym wyzwaniem dla konkurencji produkującej samochody z silnikami wewnętrznego spalania (*Internal Combustion Engine* – ICE) było stworzenie przez TESLA nowatorskiej koncepcji pojazdu. Przewiduje ona połączenie dwóch innowacji jednocześnie. Oferowane pojazdy: Model S, Model X, Model 3, Model Y oraz Roadster są produktami przemysłu technologicznego, stosującego technologie cyfrowe nie tylko w procesie wytwarzania przemysłowego, ale także instalującego urządzenia i oprogramowanie w swoich produktach. To, że te urządzenia mają koła i z tego powodu mogą być wykorzystywane do przemieszczania się, sprawia, iż doświadczenie konsumenta (*Consumer Experience* – CX) odnosi się do wielu sfer zaspokajania potrzeb. Podstawowe znaczenie ma serwis w zakresie mobilności, która jest rozumiana wielowymiarowo. Obok fizycznego przemieszczania się oraz pozostawania w stałej łączności z „całym światem” dzięki użytkowaniu pojazdów Tesla konsument ma satysfakcję, że w jego pojeździe jest wykorzystywany napęd elektryczny stanowiący społecznie atrakcyjną alternatywę dla tradycyjnych rozwiązań. Osiągnięcie wskazanego doświadczenia konsumenta stało się możliwe jedynie dlatego, że samochody osobowe, a także znajdujące się na etapie prototypu samochody ciężarowe, stanowią nowatorskie rozwiązania i nie powstały w TESLA w wyniku modyfikacji tradycyjnych koncepcji pojazdu drogowego. Stało się tak, gdyż TESLA nie funkcjonowała w ogóle w przemyśle motoryzacyjnym ukształtowanym w epoce technologii analogowych i była pozbawiona „obciążenia dziedzicznego”, które występuje u zasiedziałych producentów przemysłu motoryzacyjnego.

W 2003 roku, kiedy powstało przedsiębiorstwo Tesla Motors, jego założyciele mieli zamiar stworzenia samochodu elektrycznego II generacji, zastępującego niedojrzały i nigdy nieskomercjalizowany projekt z początku XX wieku wyprodukowania cztero-kołowca z silnikiem elektrycznym. W sto lat później wydawało się, że pojazd drogowy uda się wyposażyć baterię (akumulator) z odpowiednio dużym potencjałem ma-

²⁹ P. Zoll, *ABB hilft Elon Musk Versprechen einzuhalten*, „Neue Zürcher Zeitung”, 6.02.2018, www.nzz.ch (6.02.2018).

gazynowania energii elektrycznej. Możliwe było zastosowanie rozbudowanej baterii litowo-jonowej, której produkcja została podjęta przez Sony w 1991 roku jako źródła zasilania laptopa. Wydawało się, że dzięki stałemu doskonaleniu konstrukcji ogniw, z których montowana jest bateria, w krótkim czasie uda się istotnie obniżyć koszty produkcji tych baterii przy jednoczesnym poprawianiu ich użyteczności. Celami były zwiększenie ilości energii elektrycznej, którą można zmagazynować w baterii o wyznaczonych rozmiarach i masie własnej, a także zwiększenie liczby cykli ładowania i rozładowania baterii w trakcie jej eksploatacji.

Elon Musk dołączył do zarządu Tesla Motors w lutym 2004 roku i jemu należy przypisać inicjatywę przekształcenia tego przedsiębiorstwa w firmę typu „superstar”³⁰. Od 1 lutego 2017 roku nazwa została zmieniona na Tesla Inc., a w publikowanej auto-prezentacji znalazło się stwierdzenie, że spółka ewoluuje od formy producenta w przemyśle motoryzacyjnym do formy operatora wirtualnej platformy skoncentrowanej na zrównoważonym (*sustainable*) zarządzaniu energią³¹. W docelowym kształcie taki operator ma czerpać zyski przede wszystkim dzięki zarządzaniu bazami danych, za pomocą których można uzyskać pełną kontrolę nad procesami przesyłania i magazynowania energii elektrycznej oraz efektywnego jej użytkowania w systemach mobilności oraz w łańcuchach dostaw. W kwietniu 2019 roku E. Musk potwierdził, że TESLA dąży do statusu „superstar”, a osiągnięcie wytyczonego celu być może nastąpi już 2020 roku, jeśli uda się udoskonalić oprogramowanie pokładowe i samochody spełniające cechy pojazdu autonomicznego (*autonomous vehicle*) będą wprowadzone do eksploatacji jako bezzałogowe taksówki³².

Istnieje perspektywa, że projekt uruchomienia produkcji pojazdów autonomicznego nie zostanie jednak zrealizowany, gdyż wbrew oczekiwaniom władze USA mogą się uchylić od wydania licencji na dopuszczenie takich pojazdów do ruchu. W takim scenariuszu Tesla Inc. w następnych latach może odnieść sukces komercyjny, nie osiągając *break-even-point* w działalności gospodarczej związanej z produkcją samochodów. Wystarczy, że odpowiednio duże nadwyżki przychodów nad ogółem kosztów będzie uzyskiwać jako operator wirtualnej platformy świadczący usługi zarządzania danymi i z tej nadwyżki będzie finansować nadal deficytową produkcję samochodów BEV. Mimo perspektywy użycia finansowania skrośnego wewnątrz koncernu TESLA dla E. Muska pozostaje wyzwaniem poprawa efektywności w działalności przemysłowej. Wydaje się, że dla otoczenia Tesla Inc. podstawowe znaczenie ma jednak perspektywa osiągnięcia statusu firmy „superstar”. Wiarygodność takiego scenariusza rozwoju wzmacnia fakt, że E. Musk kontroluje SpaceX i dzięki technikom

³⁰ Pojęcie firmy „superstar” odnosi się do przedsiębiorstw technologicznych, które dysponują oryginalnym oprogramowaniem i mogą rozszerzać zakres ilościowy swojej działalności przy *quasi* zerowych kosztach krańcowych, kontrolować i skutecznie blokować dostęp konkurentów do rynku, a w efekcie uzyskiwać marżę monopolisty. A. Korinek, *Labor in the Age of Automation and Artificial Intelligence*, Economists for Inclusive Prosperity, Research Brief, January 2019, s. 4.

³¹ *Tesla – Company Description*, www.ir.tesla.com (19.04.2019).

³² M. Drange, *Tesla's Musk Details Hardware, Software Advances Ahead of Earnings*, „The Information” 22.04.2019, www.theinformation.com (23.04.2019).

wykorzystywanym w satelitach może dysponować przewagą konkurencyjną w zakresie transmisji danych przez operatora wirtualnej platformy.

W Europie zasiedziały koncerny przemysłu motoryzacyjnego w 2019 roku wykazują cechy naśladowców E. Muska. Odnioślszy sukcesy na rynku globalnym, również dzięki prosperity na rynku chińskim, w pierwszej dekadzie XXI wieku zaniechały wysiłku szukania nowatorskich rozwiązań, ograniczając się do udoskonalania już opanowanych rozwiązań. Spośród naśladowców wyróżniają się BMW i grupa Volkswagen. BMW w 2010 roku podjęło projekt przygotowania własnej koncepcji samochodu BEV, co umożliwiło podjęcie w 2013 roku w zakładach w Lipsku seryjnej produkcji modelu i3, który ma cechy samochodu miejskiego. Zasięg jazdy bez ładowania baterii o pojemności 33 kWh wynosił od 100 do 180 km, w zależności od warunków eksploatacji pojazdu. BMW zaangażowało się w produkcję samochodów BEV, kierując swe zamówienia do azjatyckich producentów baterii. W 2018 roku BMW zadeklarowało się jako pierwszy klient chińskiego producenta baterii CATL (Contemporary Amperex Technology Ltd.), który zdecydował się na zbudowanie swojej fabryki w okolicach Erfurtu (Niemcy) z potencjałem produkcyjnym 15 GWh (czyli ok. 43% potencjału Gigafactory w TESLA w Newadzie)³³. Kierownictwo BMW dysponuje doświadczeniem, jak funkcjonuje branża motoryzacyjna w Europie, i z tego powodu odżegnuje się od naiwnych haseł, że zmiany strukturalne można przeprowadzić w zaledwie dwa-trzy lata. W 2016 roku BMW wytyczyło plan rozwoju kilku nowych modeli BEV i od razu zakładało, że podjęcie ich produkcji nie nastąpi wcześniej niż w latach 2020–2021, gdyż proces przygotowania nowego modelu, przystosowania fabryk i zorganizowania serwisu posprzedażowego trwa co najmniej pięć lat³⁴.

Odmiennie od BMW postępującym naśladowcą E. Muska w 2018 roku stał się koncern VW. Zarząd podjął decyzję, że w tej grupie za dwa-trzy lata będą produkowane głównie samochody wyposażone w silniki elektryczne, a pierwszą linią modeli wprowadzanych już na przełomie 2019 i 2020 roku będzie VW ID. W 2022 roku ma zostać podjęta produkcja ID. Buzz, czyli małego busa BEV. Do 2023 roku VW planuje zainwestować 44 mld EUR w przygotowanie i uruchomienie produkcji BEV, czego efektem ma być osiągnięcie wielkości produkcji pojazdów tego typu na poziomie jednego miliona sztuk rocznie³⁵. W opinii ekspertów realizacja zamiarów w tak krótkim czasie będzie mocno wątpliwa. Wynika to z faktu, że europejscy zasiedziali producenci w ciągu minionych dekad działalności osiągnęli perfekcję w zarządzaniu łańcuchami dostaw, co pozwoliło im istotnie podwyższyć efektywność ekonomiczną dzięki zastąpieniu integracji pionowej wewnątrz własnej organizacji integracją funkcjonalną w ramach łańcucha dostaw obejmującego wielu partnerów. Rozbudowa i pogłębiona integracja w łańcuchu prowadziła jednak do zwiększania uzależnienia producentów

³³ *Chinesen bauen Batteriezellen-Fabrik in Thüringen*, „Die Welt” 9.07.2018, www.welt.de (19.04.2019).

³⁴ H. Krüger, *Wir brauchen in der Wirtschaft einen Kulturwandel*, „Süddeutsche Zeitung” 13.11.2016, www.sueddeutsche.de (13.11.2016).

³⁵ S. Menzel, *Die deutschen Autobauer holen bei der E-Mobilität auf – haben aber eine grosse Schwäche*, „Handelsblatt” 2.01.2019, www.handelsblatt.com (2.01.2019).

od działalności ich głównych dostawców, m.in. Boscha, ZF i Mahle. Po zapoznaniu się z nowym programem produkcji VW zarządy tych dostawców bardzo jasno przedstawiały swoje zastrzeżenia co do możliwości dostosowania ich działalności do zmian w strukturze dostaw w wytyczonym horyzoncie czasowym. Wskazuje się przy tym, że w Niemczech na rzecz producentów samochodów pracuje kilka tysięcy dostawców powiązanych wzajemnie, a w skali branży obejmującej ok. 200 tys. pracowników zmiany strukturalne trzeba przeprowadzać, uwzględniając zarówno zagadnienia technologiczne i organizacji gospodarki materiałowej, jak i aspekty społeczne funkcjonowania rynku pracy³⁶.

Za największego oponenta E. Muska można uznać japońskiego producenta Toyota. Wynika to z podstawowych różnic między koncepcjami rozwoju systemów mobilności wypracowanymi przez TESLA oraz Toyota. Japończycy nie są zwolennikami rozwiązania, które przewiduje zastosowanie baterii jako jedyne źródła energii dostarczanej do systemu zasilania podczas jazdy samochodu osobowego, a tym bardziej większego taboru, czyli samochodów ciężarowych i autobusów. Uznają, że istotny wpływ na redukcję emisji zarówno zanieczyszczeń (związków chemicznych innych pierwiastków niż węgiel), jak i CO₂ w czasie jazdy miejskiej może zapewnić napęd hybrydowy, czyli jednocześnie zainstalowanie silników spalinowego i elektrycznego. Jeśli pojazd nie jest przystosowany do ładowania energii elektrycznej z sieci (czyli nie jest pojazdem HPEV), to potencjał jego baterii może być bardzo ograniczony. Taka bateria jest zasilana w powtarzających się często cyklach dzięki pracy silnika spalinowego i służy do zasilania napędu elektrycznego jedynie na odcinkach, kiedy pojazd porusza się z niską i równomierną prędkością w ruchu miejskim. Ograniczenie potencjału baterii oznacza małe obciążenie konstrukcji tego pojazdu masą baterii, co sprzyja utrzymaniu relatywnie korzystnej relacji między masą całkowitą pojazdu a jego ładownością (mierzoną masą pasażerów i ich bagażu). Pojazdy hybrydowe są relatywnie tanie, gdyż producenci nie muszą ponosić wysokich kosztów wyprodukowania lub nabycia nadal dość drogiej baterii o dużej pojemności.

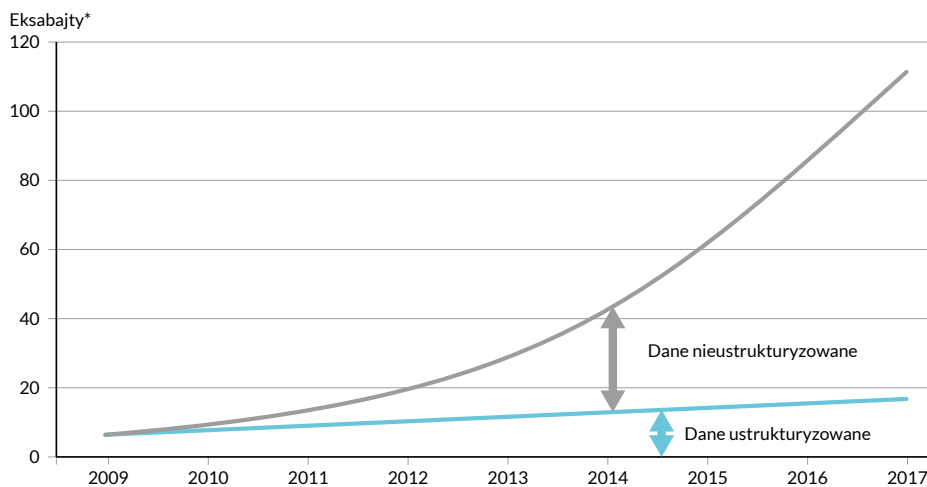
Toyota szuka także rozwiązań alternatywnych wobec zasilania silnika elektrycznego z baterii. Od wielu lat prowadzi badania nad zastosowaniem ogniw wodorowych, które dzięki łączeniu wodoru z tlenem generują energię elektryczną kierowaną podczas jazdy do silnika. Koncepcja FCV (*Fuel Cell Vehicle*) została zaprezentowana w 2013 roku podczas Tokyo Motor Show. W grudniu 2014 roku Toyota rozpoczęła seryjną produkcję modelu Mirai, który jest już dostępny nie tylko w Japonii, ale także na rynkach w USA i Europie. Cena katalogowa tego samochodu w USA wynosi poniżej 60 tys. USD i jest istotnie niższa od ceny katalogowej Tesla S (od 76 do 133 tys. USD) oraz od ceny katalogowej Tesla X (od 82 do 132 tys. USD)³⁷.

³⁶ M.-W. Buchenau, *Der VW-Chef setzt alles auf eine Karte – ohne Rücksicht auf die Zulieferer*, „Handelsblatt” 19.03.2019, www.handelsblatt.com (19.03.2019).

³⁷ *Edmunds Inc.*, <https://www.edmunds.com> (19.03.2019).

5. Zwiastuny ery cyber-fizycznego świata

Rozwój technologii cyfrowych osiągnął w drugiej dekadzie XXI wieku już taki poziom, że obok wiedzy kreowanej przez człowieka (*human knowledge*) zaczyna się pojawiać wiedza generowana w systemach informatycznych (*industrial knowledge*). Wraz z pojawieniem się wielofunkcyjnego smartfonu i sieci telekomunikacyjnych umożliwiających bezprzewodowy transfer danych, a także wraz z upowszechnieniem usługi chmury komputerowej (*cloud computing*), powstały warunki do rejestrowania ogromnych ilości danych i ich przetwarzania. Dzięki funkcjonowaniu mediów społecznościowych w cyberprzestrzeni ulokowane zostały ogromne ilości danych zarejestrowanych przez użytkowników smartfonów i systemów nawigacji. Konsumenci, uwiedzeni ofertą modelu biznesowego „za darmo” (*for free*) zastosowanego przez operatorów wirtualnych platform, udostępniają coraz to nowsze dane o sobie i swoim otoczeniu, godząc się na utratę swej prywatności, a nawet intymności. Istotą tworzącej się gospodarki cyfrowej stała się możliwość wykorzystywania danych nieustrukturyzowanych. Są to zapisy obrazów i dźwięków, natężenia pola magnetycznego itp. uzupełnione o dane geolokalizacyjne i kalendarz. Ich zasoby zaczęły rosnąć niewspółmiernie szybko w stosunku do przyrostu danych ustrukturyzowanych (zapisów wartości liczbowych lub binarnych). Wielkość i strukturę rosnących zasobów danych ilustruje wykres (rys. 6).



Rys. 6. Dynamika wzrostu i ilość danych ustrukturyzowanych i nieustrukturyzowanych na świecie w latach 2009–2017

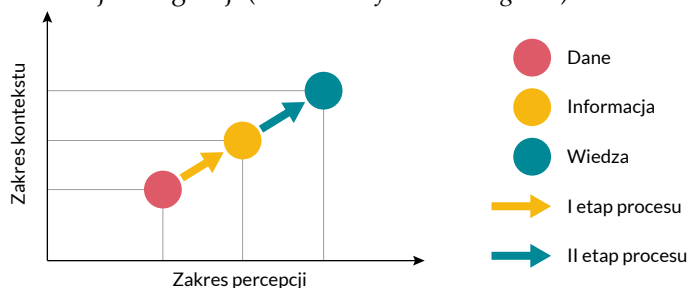
*Wielkość zbiorów danych (eksabajt = 1 000 petabajtów = 1 milion terabajtów = 1 miliard gigabajtów)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IDS.

Technologia maszynowego uczenia się została wykorzystana do zbudowania systemów, które potrafią autonomicznie nabywać nową wiedzę z obserwowanego środowiska. Dzięki analizie danych mogą być generowane informacje, a ich analiza i synteza wyników może prowadzić do kreowania wiedzy³⁸. Dwuetapowy proces

³⁸ F. Straube, *KI in der Logistik – Strategien und Potenziale*, DVZ-KI Day, Berlin 2019, s. 3.

poznawczy typu *bottom-up*, czyli od danych do wiedzy, wykorzystywany w technologii maszynowego uczenia się jest zilustrowany na rysunku 7. Ponieważ proces ten realizowany przez system obejmujący sprzęt (*hardware*) i oprogramowanie (*software*) może przekraczać ludzkie możliwości kognitywne i percepcyjne, to można go uznać za system obdarzony sztuczną inteligencją³⁹. Aplikacje już przygotowane oraz wdrożone w różnych sferach działalności człowieka charakteryzuje ich ograniczony zakres funkcjonalności. Wynika to z opanowania do tej pory jedynie rozwiązań, które są „dedykowane” do rozwiązywania wyznaczonych zadań. Ze względu na ograniczony zakres funkcjonalności można uznać, że współcześnie cywilizacja korzysta jedynie z „wąskiej” sztucznej inteligencji (*narrow artificial intelligence*).



Rys. 7. Proces poznawczy *bottom-up* (technologia maszynowego uczenia się)

Źródło: Opracowanie własne.

Zrozumienie znaczenia rozwiązań wąskiej sztucznej inteligencji ułatwia odwołanie się do przykładów ich zastosowania. W systemach zarządzania ruchem osób w przestrzeni spotykane są już oferty operatorów publicznej komunikacji miejskiej zapewniających kursowanie taboru i realizację usług przewozowych w modelu „na życzenie”. Na podstawie zgłoszeń od pasażerów oraz danych o położeniu taboru w obrębie miasta i jego przedmieść możliwe jest sterowanie w czasie rzeczywistym (*on-line in real time*) pracą tego taboru. Celem jest zapewnienie możliwie najwyższego komfortu obsługi pasażerów przy optymalnym wykorzystaniu zasobów kadrowych i rzeczowych, w tym energii zużywanej przez układ napędowy w pojeździe. Funkcjonowanie tego rodzaju systemów stało się możliwe dzięki spełnieniu następujących warunków:

- pasażerowie przekazują za pomocą aplikacji dane o swoim początkowym i docelowym położeniu, a także o oknie czasowym, w którym chcą się przemieścić,
- położenie geograficzne i poziom wypełnienia środków transportu są śledzone w czasie rzeczywistym,
- system informatyczny jest w stanie przeanalizować możliwe warianty i wskazać optymalny, którego realizacja jest zlecona personelowi kierującym taborom,
- system informatyczny jest przystosowany do analizy danych historycznych oraz danych pozyskiwanych w czasie rzeczywistym i wykorzystuje wyniki tej analizy do tworzenia prognozy optymalnego funkcjonowania komunikacji w najbliższej przyszłości (*predictive analytics*).

³⁹ J. Żurada, *Sztuczna inteligencja: Rewolucja technologiczna i wyzwania etyczne*, Materiały III Kongresu SEP, Warszawa, kwiecień 2019.

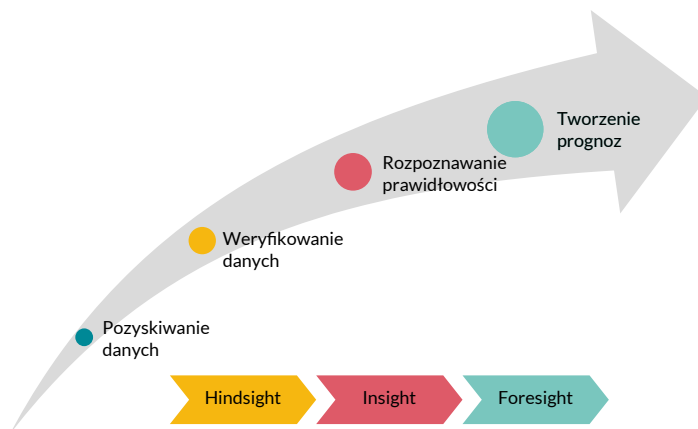
Pierwsze wyzwanie stanowi przeprowadzenie natychmiastowej analizy możliwych wariantów pracy taboru. Zakres ilościowy takiej analizy zależy od liczby jednostek taborowych funkcjonujących w ramach komunikacji publicznej oraz od liczby pasażerów, którzy zgłosili jednocześnie swoje potrzeby. Liczebność wariantów dla modelowego przypadku przedstawiona jest w tabeli 2.

Tab. 2. Zmienność liczby wariantów organizacji pracy taboru w zależności od liczby pasażerów oraz liczby środków transportowych

Liczba pasażerów	Liczba środków transportu	Liczba wariantów
5	2	21291
10	2	~3 miliardy
15	3	~150 trylionów
20	5	~1 kwintylion
45	10	~7,3 * 10 ⁸³

Źródło: Opracowanie własne na podstawie S. Sorger, *Loadfox. Automated Freight Matching & Dispatching*, DVZ-KI Day, Berlin 2019.

Największe znaczenie w procesie transformacji gospodarki analogowej ku gospodarce obejmującej jednocześnie świat realny i świat wirtualny, czyli świat cyber-fizyczny, będzie mieć faza wykorzystania wiedzy wykreowanej przez system do tworzenia prognoz stanów przyszłych z poziomem prawdopodobieństwa zbliżonym do pewności. Etapy wykorzystywania danych przy zastosowaniu rozwiązań sztucznej inteligencji w procesie tworzenia prognoz przedstawione są na rysunku 8.



Rys. 8. Etapy budowania prognoz procesów operacyjnych

Źródło: Opracowanie własne.

Przy organizowaniu pracy taboru w przyszłości określonej horyzontem kilku lub kilkunastu minut niedostatecznie efektywne będą procedury uwzględniające jedynie reakcję na dane pojawiające się w czasie rzeczywistym. Korekta jako reakcja na dane dodatkowo pozyskane byłaby przy tym powtórzeniem procedur znanych i stosowanych w świecie rozwiązań analogowych. Zastosowanie rozwiązań wąskiej sztucznej

inteligencji otwiera szansę kreowania procesów operacyjnych dzięki antycypowaniu wystąpienia przewidywalnych, ale jeszcze niepotwierdzonych zdarzeń. Jeśli na etapie analizy zachowania się pasażerów i kształtowania się sytuacji w ruchu ulicznym (np. powstawania korków w określonych węzłach, na określonych pasach ruchu) dzięki analizie danych historycznych (*hindsight*) uda się rozpoznać prawidłowości, czyli powtarzające się sytuacje (*insight*), to w kolejnym dniu o tej samej porze będzie możliwe wykorzystanie prognozy zdarzeń (*foresight*). Zanim pojazd zostanie skierowany na wybrany odcinek trasy przy uwzględnieniu już dostępnych danych i zacznie pokonywać ten odcinek, będzie można uwzględnić prognozę, że w trakcie jazdy ujawni się dodatkowy pasażer, którego obsługa wymaga aktualizacji przebiegu tej trasy. Oczekuje się, że zawodność prognoz operacyjnych będzie mała. Mogą się pojawiać incydentalne błędy w prognozie, co spowoduje, że konieczne będzie poniesienie wyższych kosztów operacyjnych. Ale zakłada się, że wartość tych kosztów będzie niższa niż wartość utraconych zysków, jeśli nie doszłoby do stosowania tych prognoz. Dlatego przyjmuje się, że stosowanie wirtualnych rozkładów (określających przebieg tras i czas przejazdu zgodnie z prognozami operacyjnymi) stanie się praktyką stosowaną w działalności komercyjnej operatorów publicznej komunikacji miejskiej.

6. Współczesne wyzwanie: jak rozpoznać istotę zmian klimatycznych i znaleźć metody ich powstrzymania

Żadne zagadnienie teoretyczne nie budzi współcześnie tylu emocji co kwestie istoty zmian klimatycznych oraz szans na znalezienie i skuteczne zastosowanie metod ich powstrzymania. Na przełomie drugiej i trzeciej dekady XXI wieku w środowisku akademików oraz naukowców związanych z innymi centrami badawczymi liderami debaty o zasięgu globalnym stają się przedstawiciele generacji millenialsów (generacji Y)⁴⁰. Te osoby stwierdzają o sobie: „jesteśmy przedstawicielami pierwszej generacji, która urodziła się na Ziemi ze stabilnym klimatem znanym naszym ojcom i dziadkom i umrze na Ziemi ze zmienionym klimatem”⁴¹. Tej grupie naukowców wiele problemów udaje się szybciej rozwiązywać, niż w minionych dekadach robili to ich starsi koledzy. Wynika to z faktu, że odkąd są aktywni zawodowo, są dostępne nowe narzędzia i metody obserwacji naszej planety, m.in. monitorowania atmosfery ziemskiej z wykorzystaniem satelitów⁴². Nie ma jednak powodu, aby nie doceniać wyników pracy naukowców z poprzednich generacji. To generacja BB⁴³ skorzystała z szansy

⁴⁰ Osoby urodzone w latach 80. i 90. XX wieku.

⁴¹ Jest to stwierdzenie Friederike Otto, urodzonej w 1982 roku w Kilonii (Niemcy), która po zakończeniu studiów z fizyki przygotowała dysertację doktorską z filozofii i w 2018 roku objęła na Uniwersytecie w Oxfordzie (Wielka Brytania) stanowisko dyrektora Environmental Change Institute, aby rozwijać nową dyscyplinę wiedzy Attribution Science (naukę o teorii przyporządkowania). F. Otto, *Wütendes Wetter. Auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewellen, Hochwasser und Stürme*, Ullstein, Berlin 2019, s. 2.

⁴² System pomiarów meteorologicznych przy wykorzystaniu satelit funkcjonuje od 1979 roku.

⁴³ Generacja BB (*baby boomers*) obejmuje osoby urodzone w Europie i Ameryce Północnej w latach 1946–1964.

zdobycia wykształcenia i podjęcia badań naukowych na dużą skalę. Z jej szeregów pochodził Andrew Callegari, który w 1982 roku przedstawił Exxon Report on Climate Modeling and CO₂ Effects⁴⁴. W 2006 roku Paul Krugman, odwołując się do tej ekspertyzy i braku odpowiedzialnego zachowania ze strony odbiorców tego raportu, nazwał Exxon przedsiębiorstwem, które należy do grona największych wrogów naszej planety⁴⁵.

Bezdyskusyjny jest fakt, że średnia temperatura na Ziemi podniosła się w okresie po rozpoczęciu pierwszej rewolucji przemysłowej w drugiej połowie XVIII wieku. Według ekspertów z Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ten wzrost do drugiej dekady XXI wieku wyniósł około 1 stopień Celsjusza, przyjmując zróżnicowane wartości w poszczególnych regionach świata od 0,8 do 1,2°C⁴⁶. Przy wykorzystaniu najnowszych rozwiązań z zakresu modelowania warunków atmosferycznych i technologii przetwarzania danych możliwe jest określenie, z jakim prawdopodobieństwem wzrastać będzie częstotliwość występowania tzw. ekstremalnych zjawisk pogodowych, czyli fali gorąca, okresu braku opadów, okresu bardzo intensywnych opadów deszczu i śniegu. Dzięki analizie wzrostu tego prawdopodobieństwa formułowane są dwa poglądy:

- że występuje zjawisko zmian klimatycznych,
- że wzajemna zależność między wzrostem emisji CO₂ do atmosfery i obserwowanymi zmianami klimatycznymi wskazuje na antropologiczny charakter obserwowanych zmian klimatycznych.

Akceptacja obu tych poglądów stanowi fundament polityki klimatycznej, której sformalizowane cele ujęte są w różnorodnych dokumentach o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Cechą charakterystyczną jest wprowadzenie do polityki klimatycznej jako celów konkretnych wartości uzyskiwanych efektów⁴⁷:

- przy podaniu tych wartości jako wielkości względnych przykładem jest wskazanie przez Radę Europejską w październiku 2014 roku redukcji emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% w stosunku do poziomów z 1990 roku,
- przy podaniu tych wartości w jednostkach naturalnych przykładem jest wskazanie w Porozumieniu Paryskim z 12 grudnia 2015 roku granicy wzrostu średniej temperatury na Ziemi znacznie poniżej 2,0°C przy rekomendacji, aby ten wzrost utrzymać na poziomie nie wyższym niż 1,5°C.

Podjęmowanie przez polityków wiążących decyzji, w których wskazywane są sformalizowane cele, obowiązujących jedynie w zasięgu mniejszym niż zasięg globalny, stanowi przedmiot krytyki ze strony ekspertów oraz przedstawicieli inwestorów oraz menedżerów. Od wielu lat zastrzeżenia zgłasza m.in. prof. Hans-Werner Sinn, który

⁴⁴ A.J. Callegari, 1982 *Exxon Report on Climate Modeling and CO₂ Effects*, www.climatefiles.com (24.04.2019).

⁴⁵ F. Otto, *dz. cyt.*, s. 51.

⁴⁶ *Global Warming of 1,5°C*, IPCC, October 2018, s. 10.

⁴⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/41 z 14 marca 2018 roku zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia efektywnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych oraz decyzję (UE) 2015/1814, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L76/3 19.3.2018.

konsekwentnie zarzuca politykom „realizację akcji politycznych”⁴⁸. Wskazywane jest przy tym, że w gospodarce procesy przemian mogą być stymulowane, ale przebiegu tych procesów nie daje się dekretować.

Jedyną racjonalną drogą przeciwdziałania zmianom klimatycznym byłoby podejmowanie działań w skali całego globu. Wdrożenie jakichkolwiek światowych programów wydaje się jednak skazane na niepowodzenie, gdyż na wszystkich kontynentach występują zbyt duże dysproporcje w zamożności społeczeństw i poszczególnych interesariuszy, aby móc pozyskać powszechną akceptację takich programów i zapewnić odpowiednią konsekwencję w ich realizacji.

7. Hybrydowy system energetyczny jako środowisko mobilności

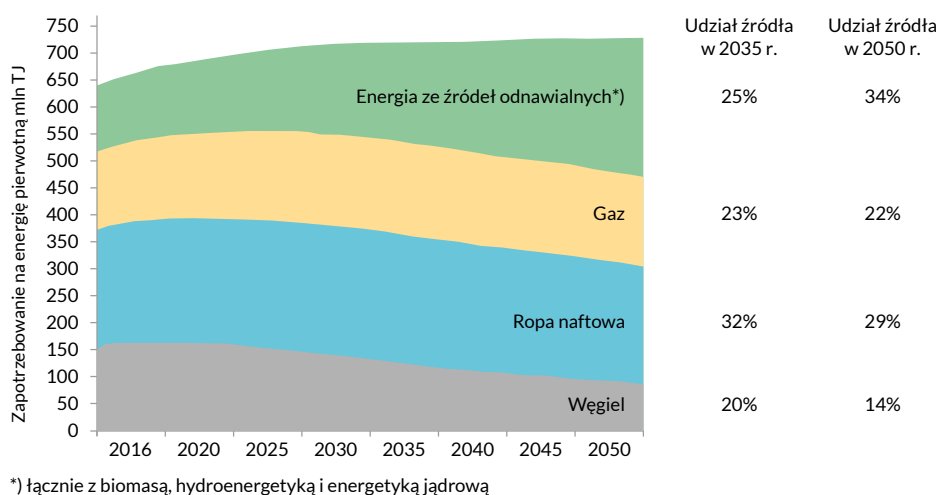
Trzecia dekada XXI wieku będzie okresem uświadamiania sobie, że świat staje się coraz bardziej skomplikowany, gdyż wzrasta ludzka wiedza i podnosi się świadomość, że dostępnych jest coraz więcej wariantów postępowania. Przewiduje się, że właśnie w najbliższych latach zostaną rozpoznane i dostrzeżone w szerokich kręgach społecznych zalety wdrażania technologii cyfrowych, które w części zastępują, a w części jedynie uzupełniają znany od dekad świat technologii analogowych. Wyzwaniem staje się sprawne i efektywne działanie w świecie hybrydowym, w którym poszczególne systemy działają według odmiennych zasad. Dotyczy to w szczególności systemu elektroenergetycznego, w którym obok technologii stosowanych od wielu dekad pojawiły się nowe i zapowiadane jest wdrożenie kolejnych rozwiązań. W świecie hybrydowym tylko pozornie można swobodnie przechodzić od stosowania jednych rozwiązań, zastępując je innymi. W debacie publicznej, w której ujawniają się zbiorowe emocje, może dochodzić do pochopnego wyboru zestawu preferowanych rozwiązań. Jak daleko idące mogą być skutki, pokazuje przypadek znany w Niemczech. Po okresie burzliwej wymiany poglądów między zwolennikami i przeciwnikami wykorzystywania technologii jądrowej podjęto decyzję polityczną, iż zostanie ona całkowicie wycofana z użycia. To miało służyć zażegnaniu istniejącej konfrontacji między różnymi środowiskami. Ale podejmując tę decyzję, nie uwzględniono wszystkich aspektów technologicznych, w tym wyzwania związanego z magazynowaniem promieniotwórczych odpadów z elektrowni jądrowych. W konsekwencji ujawnił się nowy konflikt, który dotyczy wyboru miejsca składowania tych odpadów, przy uwzględnieniu ich naturalnych właściwości – pozostaną promieniotwórcze na tysiące lat, a więc w rachunku efektywności ekonomicznej projektu stworzenia takiego magazynu trzeba uwzględnić koszty jego użytkowania bez wytyczania horyzontu czasowego. Obecnie nic nie zapowiada, że po latach bezowocnych debat społecznych uda się w przewidywalnym czasie uzgodnić decyzję lokalizacyjną, a następnie dojdzie do wdrożenia przyjętego rozwiązania⁴⁹.

⁴⁸ H.-W. Sinn, *Wie viel Zappellstrom verträgt das Netz?*, „The European” 20.02.2019, www.theeuropean.de (24.04.2019).

⁴⁹ M. Jauch, G. Ismar, *Die komplizierte Suche nach dem Atommüll-Endlager*, „Tagesspiegel” 22.04.2019, www.tagesspiegel.de (22.04.2019).

System energetyczny ukształtowany do tej pory na świecie jest bardzo skomplikowany pod wieloma względami. W wielu krajach stanowi element sektora państwowego, w innych producenci i dystrybutorzy różnych nośników energii reprezentują wyłącznie lub w znakomitej większości sektor prywatny. Ten system jest także bardzo skomplikowany pod względem technologicznym, co przejawia się w krańcowym zróżnicowaniu struktury koszyka energetycznego w poszczególnych krajach na świecie.

Jan Popczyk w kwietniu 2019 roku przedstawił projekcję zmian globalnych, które nastąpią w wyniku transformacji energetyki od paliw kopalnych do monizmu elektrycznego odnawialnych źródeł energii (OZE)⁵⁰. Taka wizja wskazywałaby na uniezależnienie się cywilizacji od dokuczliwego zjawiska niedoboru energii i nadal utrzymującej się, a wręcz ciągle nasilającej się, konieczności obciążania środowiska naturalnego procesami pozyskiwania i wykorzystywania wtórnych nośników energii. W najbliższych dekadach będą podejmowane różnorodne projekty, aby proces transformacji energetyki kontynuować. Ale nie da się przeprowadzić tego procesu bez funkcjonowania przez wiele dekad systemu hybrydowego. W opinii ekspertów w perspektywie 2050 roku udział paliw pochodzenia organicznego w zaspokajaniu potrzeb energetycznych na Ziemi ulegnie redukcji, ale nie dojdzie jeszcze do zmian przełomowych. W 2035 roku udział tych paliw ma wynieść 75%, a w 2050 roku 66% ogółu energii pierwotnej zużywanej na świecie. Prognozowaną ewolucję struktury nośników energii w latach 2016–2050 przedstawia rysunek 9.



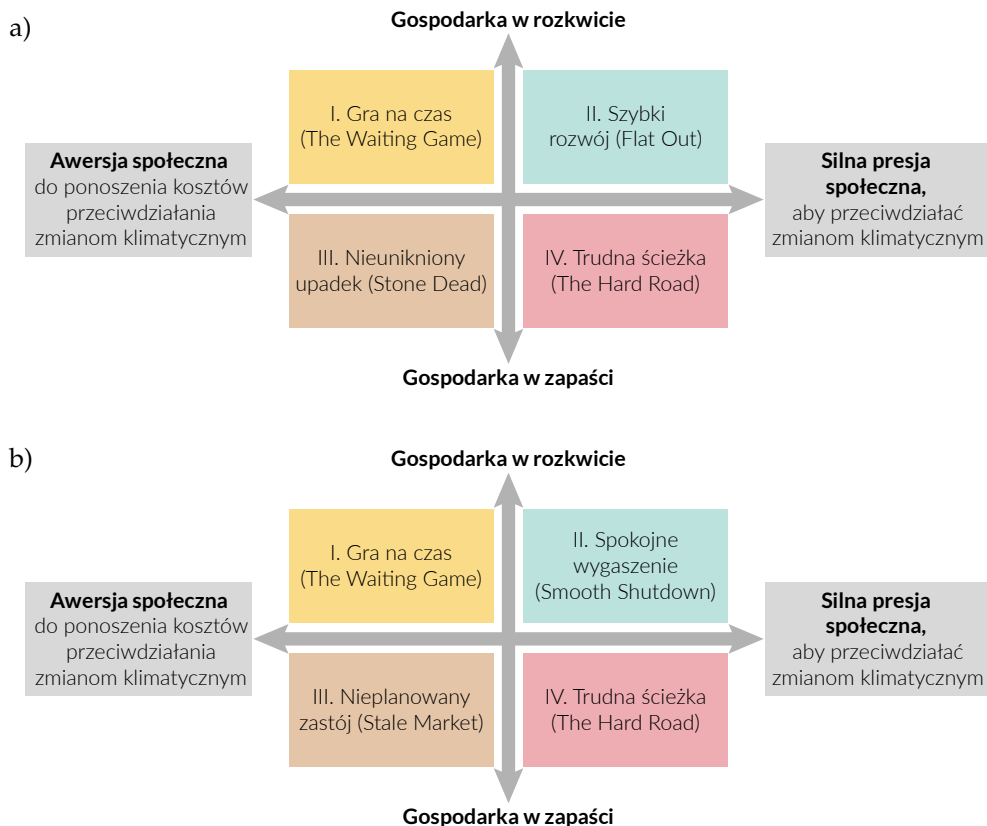
Rys. 9. Wielkość i struktura zapotrzebowania na nośniki energii

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Global Energy Perspective 2019: Reference Case*, Energy Insights by McKinsey, January 2019, s. 10.

Inwestorzy i menedżerowie na całym świecie sprawiają wrażenie zdezorientowanych, gdyż nie wiedzą, jaką strategię przyjąć na kolejne lata. Biorąc pod uwagę, że decyzje kreują rzeczywistość w sektorach infrastrukturalnych na wiele dekad, nie

⁵⁰ J. Popczyk, *Wiek XXI wiekiem monizmu elektrycznego OZE w energetyce i nowym wyzwaniem dla elektryków*, Materiały III Kongresu SEP, Warszawa, kwiecień 2019.

potrafią sformułować wzajemnie uzgodnionej wizji przeprowadzenia transformacji energetycznej w skali gospodarki globalnej. Swobodę wyboru strategii dla dwóch różnych typów uczestników systemu energetycznego ilustruje rysunek 10.



Rys. 10. Cztery modelowe strategie dla przedsiębiorstw z sektora energetycznego: a) dla parku elektrowni wiatrowych off-shore, b) dla producenta ropy naftowej i wyrobów z jej przerobu

Źródło: Opracowanie własne przy wykorzystaniu w części rys. 9 a) materiałów: P. McManners, *Corporate Strategy in the Age of Responsibility*, Gower, Reading 2014, s. 58.

W obu zestawach strategii warunki niepewności znajdują takie samo odzwierciedlenie w strategii I i IV bez względu na sektor działalności. Odmienne są natomiast dwie pozostałe strategie. Jeśli nie będzie rozwoju gospodarczego i jednocześnie będzie się nasilać awersja społeczna do polityki klimatycznej⁵¹, to operatorzy parków elektrowni wiatrowych off-shore mogą trwale utracić źródło finansowania pełnych kosztów swojej działalności. Konsekwencją będzie konieczność wdrożenia strategii obronnej – strategii III na rys. 9 a), która miałaby ich chronić przed upadkiem i wycofaniem tej technologii OZE z eksploatacji w wielu krajach. Jeśli jednak warunki w otoczeniu byłyby pomyślne, tj. przy utrzymującym się wzroście gospodar-

⁵¹ Jednym z przejawów takiej awersji jest część postulatów protestu „żółtych kamizelek” we Francji.

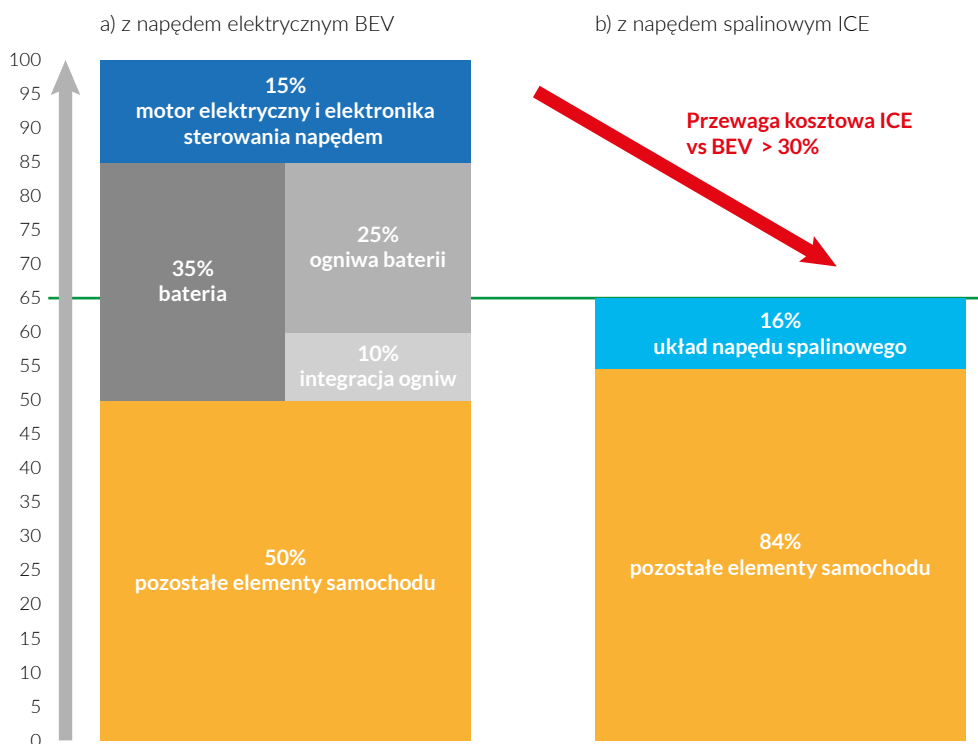
czym i jednoczesnym nasilaniu się presji społecznej wobec władz publicznych, aby wprowadziły skuteczne działania na rzecz powstrzymania zmian klimatycznych, to wówczas możliwe byłoby zastosowanie strategii rozwoju – strategii II na rys. 9 a). Te warunki, które dla operatorów parków elektrowni wiatrowych byłyby korzystne, mogą ułatwić realizację pozytywnego scenariusza dla wielkich światowych producentów ropy naftowej i wyrobów z jej przetworzenia. Byłyby to scenariusz spokojnego wygaszania eksploatacji złóż ropy naftowej w związku z wyeliminowaniem wyrobów z jej przetwarzania jako paliw płynnych. Aby scenariusz zastosowania strategii II na rys. 9 b) mógł zostać zrealizowany, konieczne jest utrzymywanie się przez wiele dekad wzrostu gospodarczego, gdyż tylko w takich okolicznościach do wielkich producentów ropy naftowej mogłyby trafić środki z funduszy publicznych i prywatnych niezbędne dla sfinansowania programu restrukturyzacyjnego.

Analiza przedstawionych strategii wskazuje, że najbardziej prawdopodobny jest scenariusz utrzymywania się rozwiązań hybrydowych w globalnym systemie energetycznym. To oznacza, że przez wiele dekad będzie się utrzymywać wykorzystywanie paliw pochodzenia organicznego w różnych gałęziach transportu, w tym w transporcie drogowym⁵². Szanse, aby przez wiele lat na całym globie jednocześnie trwała dobra koniunktura gospodarcza i rosła presja społeczna na podejmowanie działań na rzecz powstrzymania zmian klimatycznych, wydają się relatywnie małe. A tylko w takich warunkach w perspektywie 2050 roku byłoby możliwa istotna transformacja istniejącego hybrydowego systemu energetycznego ku monizmowi elektrycznemu, który obejmuje wszystkie sektory, w tym także transport i motoryzację indywidualną.

8. Brakujące ogniwo – tanie baterie o małej masie własnej i o dużym potencjale

Samochody osobowe z napędem elektrycznym zasilanym z baterii (BEV) nie są do tej pory popularne z jednej podstawowej przyczyny. Ich cena znacznie przekracza ceny tych samych modeli samochodów z tradycyjnymi silnikami spalinowymi (ICE) lub z hybrydowym układem napędowym, w których jednak nie zainstalowano baterii o dużej pojemności. Różnicę ceny tworzy wartość baterii o dużej masie własnej i małym potencjale. Wysokość i strukturę kosztów wytwarzania pojazdów typów BEV i ICE przedstawia rysunek 11.

⁵² G. Ilgmann, K. Polatschek, *Güter auf der Gummibahn*, „Frankfurter Allgemeine Zeitung”, 9.03.2019, www.faz.net (24.04.2019).



Rys. 11. Wielkość i struktura kosztów produkcji samochodów BEV i ICE, stan na 2018 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: D. Küpper, K. Kuhlmann, S. Wolf, C. Pieper, G. Xu, J. Ahmand, *The Future of Battery Production for Electric Vehicles*, BCG, September 2018, s. 6.

Zrównanie kosztów produkcji nie jest możliwe, gdyż różnicę w kosztach powoduje dodatkowy koszt produkcji baterii w przypadku samochodów BEV. Redukcja tych kosztów jest możliwa, choć wiadomo, że wiele rezerw w procesie produkcji już wykorzystano, osiągając pod koniec 2018 roku poziom kosztów lekko powyżej 100 USD za 1 kWh pojemności. Nie ma pewności, czy kolejne ulepszenia oraz wzrost skali produkcji przyniosą dalsze liczące się oszczędności.

Argumentem, który miałby przemawiać za preferowaniem samochodów BEV w stosunku do samochodów ICE, miałaby być istotna redukcja emisji CO₂ w przypadku eksploatacji samochodów z napędem elektrycznym zasilanym z baterii. Ten argument jest podważany z dwóch powodów. Po pierwsze, koszyk energetyczny nadal w wielu krajach jest zbudowany w przeważającej części z generowania energii elektrycznej przy zastosowaniu paliw pochodzenia organicznego, w tym węgla brunatnego i kamiennego. Użytkowanie samochodu BEV nie kreuje emisji na trasie przejazdu, ale wymaga, aby wcześniej taka emisja powstała w sektorze elektroenergetycznym. Po drugie, formułowany jest zarzut, że przy współcześnie stosowanych technologiach produkcji baterii litowo-jonowych występuje duża emisja CO₂ w całym łańcuchu dostaw i użytkowanie samochodów BEV nawet przy wykorzystywaniu energii elektrycznej pochodzącej jedy-

nie z OZE wiąże się z dość dużą emisją gazów cieplarnianych⁵³. Ostateczny bilans analizy porównawczej nie wypada więc jednoznacznie pozytywnie i zalety samochodów osobowych BEV trzeba uznać za mało przekonujące. Do bardziej radykalnych ocen prowadzi analiza efektów eksploatacji samochodów ciężarowych BEV, które jednoznacznie nie wykazują przewagi nad tradycyjnym taborom ani w zakresie ekologicznym, ani ekonomicznym⁵⁴. Podobnie jest w przypadku autobusów elektrycznych. Krytyczny poziom przebiegu rocznego w warunkach polskich jeszcze przed podwyżkami cen energii elektrycznej wprowadzonymi na początku 2019 roku wynosił aż 70–80 000 km, co jest wartością nieosiągalną dla znacznej części taboru⁵⁵. Wraz z oczekiwanym w przyszłości dalszym wzrostem cen energii elektrycznej oraz niezmiennie wysokimi kosztami zewnętrznymi z tytułu emisji CO₂ wielkość wymaganego rocznego przebiegu będzie jeszcze wyższa. Jej osiągnięcie będzie możliwe jedynie w pojedynczych przypadkach, na starannie zoptymalizowanych liniach obsługiwanych przez taki tabor. Muszą to być linie o stabilnym wysokim natężeniu ruchu przez cały rok oraz przebiegiem przez strefy z wyjątkowo wysokimi lokalnymi kosztami zewnętrznymi emisji. Przykładem może być ciąg komunikacyjny wzdłuż Traktu Królewskiego w Warszawie, na którym dzięki lokalizacji Uniwersytetu Warszawskiego oraz licznych obiektów o ogromnych walorach turystycznych występuje stabilny potok pasażerski przez znaczną część doby przez cały tydzień. Takie przypadki w skali kraju są jednak nieliczne.

9. Protest społeczny i publiczny plan rozwoju elektromobilności w globalnej gospodarce cyfrowej

W pierwszych czterech miesiącach 2019 roku zanotowano wydarzenia, które ujawniają znaczenie stanów emocjonalnych poszczególnych grup i nastrojów społecznych dla przebiegu procesu zmian w systemie społeczno-gospodarczym. Ich charakter wydaje się absolutnie odmienny od opisanych wcześniej zdarzeń, które miały miejsce w 1968 roku. Echem strajku szkolnego młodzieży nazwanego *Fridays for Future*, zapoczątkowanego przez Szwedkę Gretę Thunberg urodzoną w 2003 roku i reprezentującą generację Z (post-millennialów), były protesty uliczne młodzieży w innych krajach, w tym w Polsce w marcu 2019 roku. Młodzież szkolna (*kids*)⁵⁶ zachowywała się spokojnie, nic nie wskazuje do tej pory, że podczas kolejnych protestów szeregi nastolatków uzupełnią ich starsi, już dorośli koledzy. Greta została zapamiętana po jej wystąpieniu w grudniu 2018 roku podczas konferencji klimatycznej w Katowicach (COP24) i zaproszona w styczniu 2019 roku do debaty podczas World Econo-

⁵³ Ch. Buchal, H.-D. Karl, H.-W. Sinn, *KohleMotoren, WindMotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO₂-Bilanz?*, ifo-Schnelldienst, Nr. 8/2019, s. 40.

⁵⁴ J. Kaufmann, *Electric trucks like the Tesla Semi are 'pointless both economically and ecologically', according to a vehicle-tech expert*, The Business Insider, 3.04.2019, www.businessinsider.com (10.04.2019).

⁵⁵ M. Wołek, M. Wolański, A. Jagiełło, M. Suchanek, A. Szmelter, *Conventional Full Evaluation, the test results*, <http://www.elliptic-project.eu> (29.03. 2019).

⁵⁶ Sami o sobie mówią „kids”, czyli dzieci, co ma sugerować, że nie należą do grupy osób dorosłych i mają prawo mieć własne, odmienne ideały.

mic Forum w Davos. W kwietniu 2019 roku spotkała się z papieżem Franciszkiem w Watykanie i namawiała, aby Kościół rzymskokatolicki przyłączył się do globalnego ruchu społecznego dążącego do przyspieszenia i radykalizowania polityki klimatycznej. W kwietniu 2019 roku wygłosiła przemówienie podczas sesji plenarnej Parlamentu Europejskiego. Wszędzie dorośli byli zainteresowani wypowiedzią nastolatki, być może chcieli usłyszeć to, czego sami nie mają odwagi powiedzieć. Wielokrotnie otrzymała oklaski od tych, których ostro skrytykowała, że nic nie robią. Ten fakt sarkastycznie ocenił jeden z posłów do europarlamentu. Zauważył, iż nie zdarza się często, aby krytykowani stawali się entuzjastami swojego adwersarza. Ponieważ protesty, spotkania i imprezy o charakterze konferencyjnym przebiegają bez spektakularnych starć z siłami porządkowymi, media w zróżnicowany sposób odnoszą się do tego nowego ruchu społecznego. Zwracają uwagę coraz częściej pojawiające się komentarze, w których znajduje się nawiązanie do sloganu, że „kropla draży skalę”. Po protestach, które odbyły się w marcu i kwietniu 2019 roku w m.in. Niemczech, Polsce, Szwajcarii, Szwecji, Wielkiej Brytanii i we Włoszech oraz w Japonii, Korei Południowej, a także w USA, pojawia się zaciekawienie, czy jesteśmy obserwatorami początku procesu zmian społecznych równie głębokich, jak te wywołane wiosną paryską 1968 roku⁵⁷.

Warto się zastanowić, czy młodzi orędownicy polityki klimatycznej, której celem – czy to jest deklarowane wprost, czy też nie – ma być zmiana postaw ludzkich w skali całego globu, ujawniają zdolność do kreowania ruchów społecznych o cechach podobnych do ruchów religijnych. Na taką możliwość wskazuje Hans Joas, społeczny filozof, który wykłada na Wydziale Teologicznym na Uniwersytecie Humboldta w Berlinie⁵⁸. Do ciekawych wniosków prowadzi także porównanie treści manifestu klimatycznego formułowanego przez G. Thunberg i jej zwolenników z treścią prac teoretyków socjalizmu publikowanych na przełomie XIX i XX wieku. Hasło „*School children are required to attend school. But with the worsening Climate Destruction this goal of going to school begins to be pointless*”⁵⁹ sugeruje, że pożądany efekt „wstrzymania destrukcji klimatu” ma być osiągnięty natychmiast i bezwarunkowo. Jeśli to nie jest spełnione, dla młodzieży nie ma sensu kontynuacja edukacji. Podobne było oczekiwanie radykalnych socjalistów, według których budowanie nowego, sprawiedliwego systemu społeczno-gospodarczego było możliwe tylko na gruzach starego systemu⁶⁰. O realizacji trudnego i długotrwałego programu transformacji w obu przypadkach nie ma mowy.

Prawdopodobny jest scenariusz, że narastający protest społeczny będzie skierowany na wspieranie działań, które mają powstrzymać człowieka przed jego negatywnym wpływem na środowisko naturalne. Z obserwacji i analizy zachowania władz publicznych w różnych krajach wynika, że reakcje agend administracji państwowej przybierają w niektórych przypadkach charakter emocjonalnych zachowań ujawniających się w treści wydawanych decyzji. Są to niestety często decyzje nieracjonalne. Władze pu-

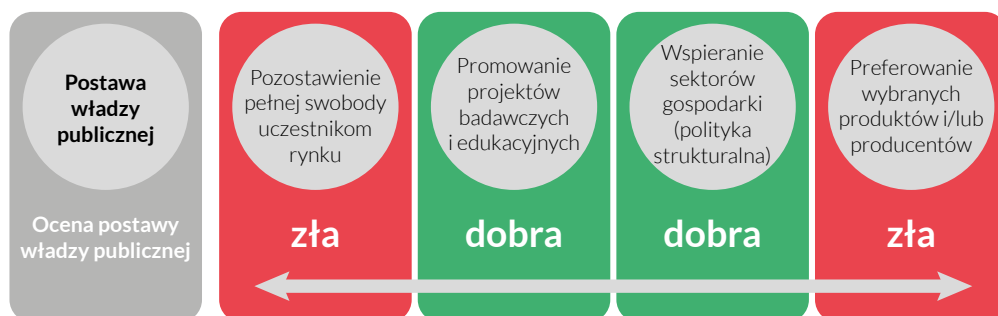
⁵⁷ H. Steuer i inni, *So blickt die Welt auf Greta Thunberg und die Klimastreiks*, „Handelsblatt” 26.04.2019, www.handelsblatt.com (26.04.2019).

⁵⁸ A. Sauerbrey, *Alle verehren Greta*, „Tagesspiegel” 20.04.2019, www.tagesspiegel.de (20.04.2019).

⁵⁹ *Why are kids striking?* www.fridaysforfuture.org (24.04.2019).

⁶⁰ J. Pawlak, *Historia i postęp. Studium filozofii społecznej Jerzego Plechanowa*, PWN, Warszawa-Poznań 1990, s. 17.

bliczne zawsze powinny poświęcać odpowiednio dużo uwagi funkcjonowaniu nauki oraz modyfikacji systemów edukacji na wszystkich poziomach. Rekomendowane są przy tym pewne stałe zasady. Po pierwsze, środowisko badaczy i twórców wynalazków powinno mieć zapewnioną swobodę wyboru obszarów swoich zainteresowań. Trzeba uwzględniać doświadczenie, że wiele nowatorskich rozwiązań powstało przez przypadek lub jako kontrpropozycja w stosunku do poszukiwanego wyniku. Po drugie, że proces promowania wybranych rozwiązań nie może kreować barier dla rozwoju innych projektów. Polityka gospodarcza, w tym polityka przemysłowa, powinna być prowadzona zgodnie z regułami przedstawionymi na rysunku 12.



Rys. 12. Polityka przemysłowa – możliwe postawy władzy publicznej oraz ich ocena

Źródło: Opracowanie własne na podstawie R.D. Atkinson, S.J. Ezell, *Innovation Economics. The Race for Global Advantage*, Yale University Press, New Haven – Londyn 2012, s. 137.

W Europie o losach elektromobilności w głównej mierze będą rozstrzygać decyzje podejmowane na szczeblu unijnym. Analiza dokumentów akceptowanych przez Parlament Europejski prowadzi do konkluzji, że władza publiczna coraz częściej postępuje nieprawidłowo. Powodem jest preferowanie wybranych produktów przy zastosowaniu administracyjnych zakazów i nakazów oraz kierowaniu środków publicznych na finansowanie nie tylko rozwoju, ale nawet na wieloletnie wspieranie eksploatacji konkretnych rozwiązań technologicznych. Brakuje natomiast decyzji zatwierdzających długookresowe programy rozwoju wybranych sektorów. Przykładem niepożądanego działania jest podjęta w 2019 roku w Brukseli i Strasburgu decyzja, że w latach 2021–2025 zakupy samorządów terytorialnych muszą w co najmniej 45% dotyczyć „czystych autobusów”, a ich udział w flocie miejskiej i regionalnej ma się zwiększyć do 2030 roku aż do 65%. Jako „czysty tabor” traktowane są tylko i wyłącznie autobusy typu BEV, które są wytwarzane przy wykorzystaniu obecnie dostępnych rozwiązań technicznych i będą zapewne eksploatowane przez co najmniej dwie dekady. Oczywiście można się spodziewać, że z każdym rokiem cechy produkowanych autobusów będą coraz bardziej atrakcyjne dla operatorów komunikacji publicznej, ale bez wątpienia pozostaną droższe przy zakupach inwestycyjnych niż coraz bardziej zaawansowane technologicznie autobusy z silnikami wysokoprężnymi⁶¹. Istnieje zagrożenie, że realizacja takich „dedykowanych zakupów” prowadzić będzie do

⁶¹ M. Grabitz, *Kommunen sollen massenhaft E-Busse anschaffen*, „Tagesspiegel” 18.04.2019, www.tagesspiegel.de (18.04.2019).

nieracjonalnego wykorzystywania środków z funduszy publicznych, pochodzących z różnych źródeł. Jeśli będą wykorzystywane nieracjonalnie, to znaczy, że w sumie nie uda się zaspokoić niektórych potrzeb, np. w zakresie edukacji lub ochrony zdrowia. Może także zabraknąć środków na promowanie nowych rozwiązań, które mogą się pojawić w przyszłości. A byłyby one zaspokojone przy innym trybie podejmowania decyzji i zapewnieniu pełnej racjonalności wykorzystywania środków publicznych.

Ujawnienie tego rodzaju niegospodarności może spowodować, że społeczności lokalne lub obejmujące cały kraj będą zgłaszać pretensje do decydentów. Może stać się to elementem procesu narastania awersji do polityki klimatycznej. Małe błędy władz publicznych po skumulowaniu się mogą wykreować strukturalny opór społeczny przed upowszechnianiem elektromobilności.

Jedną z podstawowych cech gospodarki cyfrowej ma być zdolność do uczestnictwa w procesach zmian strukturalnych. Bez wątpienia można tę zdolność zbudować i wykorzystywać w tych sferach gospodarki hybrydowej, które są nasycone nowymi technologiami. Systemy transportowe są przedmiotem zainteresowania ze strony innowatorów zaangażowanych w rozwój i upowszechnianie nowych technologii oraz nowych modeli biznesowych. Nie ulega jednak wątpliwości, że obsługa mobilności nadal będzie w istotnej mierze zdeterminowana funkcjonowaniem sektorów zdominowanych przez techniki analogowe stosowane w zarówno w transporcie, jak i w energetyce. Osiągnięcie przełomu w energetyce polegającego na zdominowaniu generacji energii elektrycznej przez komercyjnych producentów oraz prosumentów korzystających ze źródeł odnawialnych jest celem, ale trudno wskazać, kiedy się go zrealizuje. Pojawienie się baterii nowej generacji także jest możliwe, lecz także trudno wskazać horyzont czasowy jej wprowadzenia. Postęp w obu obszarach potencjalnie może doprowadzić do sytuacji, w której wdrożenie koncepcji elektromobilności dałoby korzyści w skali mikroekonomicznej zarówno producentom, jak i konsumentom. Byłby to najbardziej pożądaný scenariusz.

Zanim jednak obie pożądane zmiany nastąpią, wdrażanie koncepcji elektromobilności w tej wersji, jaką można współcześnie sformułować, może doprowadzić do przełomowych zmian w strukturze systemów mobilności jedynie w jednym przypadku. Niezbędna byłaby powszechna wola społeczna, aby efekty klimatyczne uznać za nadrzędne i usprawiedliwiające upowszechnianie trakcji elektrycznej w transporcie drogowym mimo braku korzyści w skali mikroekonomicznej. Znalazłaby taka wola swoje odzwierciedlenie w planie gospodarczym o zasięgu globalnym, którego realizacja prowadziłaby do administracyjnego narzucenia wzorca konsumpcji i wywarcia administracyjnymi metodami odpowiedniego dopasowania oferty po stronie podażyowej rynku. Taki scenariusz upowszechnienia trakcji elektrycznej w transporcie drogowym wydaje się być iluzoryczny. **Nie mając cech atrakcyjności dla konsumentów dysponujących swobodą wyboru i dla inwestorów kierujących się projekcją wyniku mikroekonomicznego, koncepcja elektromobilności w wersji współczesnej wykazuje cechy koncepcji utopijnej.** Ale wszystko może się nagle zmienić. Wystarczy odpowiednia innowacja. Być może jej autorem i realizatorem będą przedstawiciele generacji post-millenialsów, a ich wagarowanie w piątki okaże się czynnikiem sprzyjającym, a nie utrudniającym powstawanie nowych rozwiązań.

Bibliografia

- Afhüppe S., Hua S., Bazli B., Petring J., *Huawei-Chef Ren Zhengfei: „5G ist für USA eine Art Atombombe“*, „Handelsblatt“ 17.04.2019, www.handelsblatt.com (17.04.2019).
- Alvarez, *Tesla battery partner Panasonic will 'study investments over 35 GWh' for Gigafactory 1*, „Teslarati“ 11.04.2019, www.teslarati.com (12.04.2019).
- Atkinson R.D., Ezell S.J., *Innovation Economics. The Race for Global Advantage*, Yale University Press, New Haven – Londyn 2012.
- Atkinson R.D., Lind M., *Big is Beautiful. Debunking the Myth of Small Business*, The MIT Press, Cambridge (MA) – Londyn 2018.
- Autos bleiben Deutschlands wichtigstes Exportgut – nicht zuletzt wegen den USA*, „Handelsblatt“ 20.02.2019, www.handelsblatt.com (20.02.2019).
- Bay L., *Chinesischen Tesla-Jäger geht die Puste aus*, „Handelsblatt“ 7.03.2019, www.handelsblatt.com (7.03.2019).
- Benzell S.G., Brynjolfsson E., *Digital Abundance and Scarce Genius: Implication of Wages, Interest Rates, and Growth*, MIT Initiative on the Digital Economy (IDE), 24.01.2019, www.ide.mit.edu (26.04.2019).
- Brandt M., *Fast 2000 Satelliten im Erdorbit*, „Statista“ 20.03.2019, www.statista.com (20.03.2019).
- Buchal Ch., Karl H.-D., Sinn H.-W., *Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO₂-Bilanz?*, „ifo-Schnelldienst“, nr 8/2019.
- Buchenau W.-M., *Der VW-Chef setzt alles auf eine Karte – ohne Rücksicht auf die Zulieferer*, „Handelsblatt“ 19.03.2019, www.handelsblatt.com (19.03.2019).
- Callegari A.J., *1982 Exxon Report on Climate Modeling and CO2 Effects*, www.climatefiles.com (24.04.2019).
- Capus, *Hat das Auto bald ausgedient? Die körperlosen Sehnsüchte der Jugend*, „Neue Zürcher Zeitung“, 23.04.2019, www.nzz.ch (23.04.2019).
- Chinesen bauen Batteriezellen-Fabrik in Thüringen*, „Die Welt“ 9.07.2018, www.welt.de (19.04.2019).
- Daly T., Xu M., *China's 2018 coal usage rises 1 percent, but share of energy mix falls*, Reuters 28.02.2018, www.reuters.com (19.04.2019).
- Denton G., Forsyth M., MacLennan M., *Economic Planning and Policies in Britain, France and Germany*, George Allen & Unwin Ltd, Londyn 1968.
- Drange M., *Tesla's Musk Details Hardware, Software Advances Ahead of Earnings*, „The Information“ 22.04.2019, www.theinformation.com (23.04.2019).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/41 z 14 marca 2018 roku zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia efektywnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych oraz decyzję (UE) 2015/1814, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L76/3 19.3.2018.
- Edmunds Inc., <https://www.edmunds.com> (19.03.2019).
- Global Energy Perspective 2019: Reference Case*, Energy Insights by McKinsey, January 2019.
- Global Warming of 1,5°C*, IPCC, October 2018.

- Góralczyk B., *Miedzy „kooperacją” a starciem tytanów*, „Nowa Konfederacja” nr 1 (103)/2019.
- Grabitz M., *Kommunen sollen massenhaft E-Busse anschaffen*, „Tagesspiegel” 18.04.2019, www.tagesspiegel.de (18.04.2019).
- Heide D., *Christian Lindner – Wiederwahl mit Schönheitsfehlern*, „Handelsblatt” 26.04.2019, www.handelsblatt.com (26.04.2019).
- Hua S., *Huawei-Europa-Chef: „Wir wären bereit, ein No-Spy-Agreement zu unterzeichnen”*, „Handelsblatt” 14.03.2019, www.handelsblatt.com (14.03.2019).
- Hua S., Scheuer S., *Wie gefährlich ist Huawei? Einblicke in das Innenleben des umstrittenen Tech-Konzerns*, „Handelsblatt” 15.03.2019, www.handelsblatt.com (15.03.2019).
- Ilgmann G., Polatschek K., *Güter auf der Gummibahn*, „Frankfurter Allgemeine Zeitung”, 9.03.2019, www.faz.net (24.04.2019).
- Jauch M., Ismar G., *Die komplizierte Suche nach dem Atommüll-Endlager*, „Tagesspiegel” 22.04.2019, www.tagesspiegel.de (22.04.2019).
- Kaufmann, *Electric trucks like the Tesla Semi are ‘pointless both economically and ecologically’, according to a vehicle-tech expert*, „The Business Insider”, 3.04.2019, www.businessinsider.com (10.04.2019).
- Korinek A., *Labor in the Age of Automation and Artificial Intelligence*, Economists for Inclusive Prosperity, Research Brief, January 2019.
- Krüger H., *„Wir brauchen in der Wirtschaft einen Kulturwandel”*, „Süddeutsche Zeitung” 13.11.2016, www.sueddeutsche.de (13.11.2016).
- Küpper D., Kuhlmann K., Wolf S., Pieper C., Xu G., Ahmand J., *The Future of Battery Production for Electric Vehicles*, BCG, September 2018.
- Marciniak S., *Innowacyjność i konkurencyjność gospodarki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010.
- Mason P., *Postkapitalismus. Grundrisse einer kommenden Ökonomie*, Surkamp, Berlin 2016.
- Matuschek M., *Klimaproteste Platzt gerade die Diplomblaste?*, „Neue Zürcher Zeitung”, 2.04.2019, www.nzz.ch (2.04.2019).
- McManners P., *Corporate Strategy in the Age of Responsibility*, Gower, Reading 2014.
- Menzel S., *Die deutschen Autobauer holen bei der E-Mobilität auf – haben aber eine grosse Schwäche*, „Handelsblatt” 2.01.2019, www.handelsblatt.com (2.01.2019).
- Najwięksi emitenci CO2 – niechlubny ranking*, www.green-projects.pl 6.02.2019 (19.04.2019).
- NASDAQ: Tesla, www.google.com (19.04.2019).
- Otto F., *Wütendes Wetter. Auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewellen, Hochwasser und Stürme*, Ullstein, Berlin 2019.
- Pasztor A., Tangel A., Wall R., Sider A., *How Boeing’s 737 MAX failed*, „The Wall Street Journal”, 27.03.2019, www.blogs.wsj.com (24.03.2019).
- Pawlak J., *Historia i postęp. Studium filozofii społecznej Jerzego Plechanowa*, PWN, Warszawa-Poznań 1990.
- Popczyk J., *Wiek XXI wiekiem monizmu elektrycznego OZE w energetyce i nowym wyzwaniem dla elektryków*, Materiały III Kongresu SEP, Warszawa, kwiecień 2019.
- Przychodniak M., *Amerykańsko-chiński spór o Huawei: wyzwania dla Unii Europejskiej*, „Biuletyn PISM” nr 48 (1796), kwiecień 2019.

- Roberts T., *One year since Trump's withdrawal from the Paris climate agreement*, Brookings, 1.06.2018, www.brookings.edu (19.04.2019).
- Sauerbrey A., *Alle verehren Greta*, „Tagesspiegel“ 20.04.2019, www.tagesspiegel.de (20.04.2019).
- Schmidt B., *Tesla and China's BYD fight for lead in global EV sales*, „The Driven“, 6.02.2019, www.thedriven.io (19.04.2019).
- Shahan Z., *Tesla Model 3 Sales Booming In China, While Gigafactory 3 Construction Going 24/7*, „CleanTechnica“, 2.04.2019, www.cleantechnica.com (19.04.2019).
- Sinn H.-W., *Wie viel Zappellstrom verträgt das Netz?*, „The European“ 20.02.2019, www.theeuropean.de (24.04.2019).
- Smith A.W., *The Paris riots of May 1968: How the frustrations of youth brought France to the brink of revolution*, „The Independent“, 6.05.2018, www.independent.co.uk (19.04.2019).
- Sorger S., *Loadfox. Automated Freight Matching & Dispatching*, DVZ-KI Day, Berlin 2019.
- Steingart G., *Die E-Mobilität in Deutschland*, www.gaborsteingart.com (1.04.2019).
- Steuer H. i in., *So blickt die Welt auf Greta Thunberg und die Klimastreiks*, „Handelsblatt“ 26.04.2019, www.handelsblatt.com (26.04.2019).
- Straube F., *KI in der Logistik – Strategien und Potenziale*, DVZ-KI Day, Berlin 2019.
- Tesla – Company Description*, www.ir.tesla.com (19.04.2019).
- Weddeling B., Jahn T., Hua S., *Inside Tesla – Ein Besuch im Allerheiligen des US-Konzerns*, „Handelsblatt“ 10.01.2019, www.handelsblatt.com (10.01.2019).
- Why are kids striking?* www.fridaysforfuture.org (24.04.2019).
- Wołek M., Wolański M., Jagiełło A., Suchanek M., Szmelter A., *Conventional Full Evaluation, the test results*, <http://www.elliptic-project.eu> (29.03. 2019).
- Wyniki sprzedaży samochodów elektrycznych 2018 w Polsce: 620 egzemplarzy*, www.elektrowóz.pl (28.04.2019).
- Zoll P., *ABB hilft Elon Musk Versprechen einzuhalten*, „Neue Zürcher Zeitung“, 6.02.2018, www.nzz.ch (6.02.2018).
- Żurada J., *Sztuczna inteligencja: Rewolucja technologiczna i wyzwania etyczne*, Materiały III Kongresu SEP, Warszawa, kwiecień 2019.

Streszczenie

Obciążenie naturalnego środowiska staje się tak duże, że coraz więcej osób przypisuje działalności człowieka wpływ na zmiany klimatyczne. Ujawnia się ruch społeczny post-millenialsów, którzy korzystają dopiero z edukacji szkolnej, mający cechy protestu przeciwko dotychczasowej hedonistycznej postawie starszych generacji. Elon Musk wprowadził na rynek samochód elektryczny TESLA zasilany z baterii jako innowację wywrotową, czym rzucił wyzwanie zasiedzialemu przemysłowi motoryzacyjnemu na całym świecie, zmuszając producentów, konsumentów i władze publiczne występujące w roli regulatora rynku do dokonania przełomu w sposobie ich zachowania. W centrum zainteresowania znalazła się koncepcja elektromobilności, która obejmuje wiele czynników oddziałujących na sposób wytwarzania dóbr rzeczowych, w tym samochodów osobowych, oraz usług, w tym usług wykorzystywanych do zaspokojenia potrzeb mobilności. Być może uda się wykorzystać tę koncepcję do przeprowadzenia dalszych, przełomowych zmian w globalnym systemie społeczno-gospodarczym. Celem byłaby dekarbonizacja gospodarki światowej. Aby tak się stało, muszą zostać spełnione liczne warunki. Podstawowym jest znaczne obniżenie kosztów wytwarzania baterii, aby zakup i eksploatacja samochodów elektrycznych mogła być tańsza niż zakup i eksploatacja popularnych samochodów spalinowych. Prawdopodobnie niezbędne jest współdziałanie wielu aktorów w skali globalnej w ramach wieloletniego programu, który musi uzyskać powszechną akceptację społeczności zamieszkującej wszystkie kontynenty. Jeśli zamierzony cel nie zostanie zrealizowany, koncepcja elektromobilności pozostanie jedynie utopijną koncepcją.

Słowa kluczowe: transport drogowy, mobilność, samochód elektryczny, rozwój technologii, rozwój gospodarczy.

E-MOBILITY: LONG-TERM PROGRAMME OR UTOPIAN VISION?

SUMMARY

Development and dissemination of new technologies has been progressing rapidly, in particular digital technologies. The burden on the environment has grown dramatically and more and more people blame the impact of human activities. A social movement has begun to take shape among post-millennials who are only in their school education, partly as a protest against the hedonistic attitude of older generations. With the introduction of the TESLA electric car to the market, Elon Musk has posed a challenge to the incumbent automotive industry around the globe. This has forced producers, consumers and public authorities in their capacity as market regulators to make a radical change to their behaviour. In this context, e-mobility has become a focus of attention which contains many factors impacting on the production of goods, including cars, and services, including those concerned to satisfy mobility needs. Perhaps e-mobility can bring about further breakthroughs, with the aim being decarbonization of the global economy. Numerous conditions need to be fulfilled for this to happen. A basic condition would be lower costs of the production of batteries. In this way buying and using of electric cars could become cheaper than traditional combustion cars. Probably it would require all involved stakeholders to act together in a long-term programme which, in turn, would need to be accepted by the general public living around the globe. If this aim is not achieved, the concept of e-mobility will remain only a utopian vision.

Keywords: road transport, mobility, electric car, technological change, economic development.

JEL: L92, L94, O18, O33, R40

Rosnące zainteresowanie elektromobilnością w drugiej dekadzie XXI wieku jest wynikiem oddziaływania kilku czynników. Jednym z nich jest upowszechnianie nowych technologii – w tym technologii cyfrowych – oraz technologii generowania, przesyłania i wykorzystywania energii elektrycznej. Formułowane są oczekiwania, że dzięki wdrożeniu koncepcji elektromobilności uda się osiągnąć dwa cele równocześnie: podwyższyć produktywność w działalności związanej z mobilnością człowieka oraz procesami przemieszczania osób i rzeczy w przestrzeni, a także przeprowadzić zmianę struktury zużycia pierwotnych i wtórnych nośników energii. Koncepcja elektromobilności jest kształtowana także w związku z rosnącym zainteresowaniem różnych grup społecznych zagadnieniami funkcjonowania systemu ekologicznego na naszej planecie.

Monografia zawiera wyniki autorskich badań poświęconych aktualnym tendencjom, perspektywom i barierom rozwoju elektromobilności w Polsce i krajach ościennych. Przedstawiona została także rozszerzona koncepcja elektromobilności w ujęciu globalnym, uwzględniająca znaczenie zmiany wzorca konsumpcji pod wpływem rosnącej świadomości społeczności całego świata w zakresie potrzeby ograniczania zużycia wyczerpywalnych zasobów oraz redukowania obciążenia środowiska naturalnego, w tym dzięki redukowaniu emisji gazów cieplarnianych.