

# TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA MOTORYZACJI INDYWIDUALNEJ – TRENDY GLOBALNE I PERSPEKTYWY KRAJOWE

---

Wojciech Paprocki  
Marzenna Cichosz  
Katarzyna Archanowicz-Kudelska  
Joanna Cygler  
Bartosz Gruzca  
Adam Hoszman  
Magdalena Kachniewska  
Kamil Liberadzki  
Marcin Liberadzki  
Elżbieta Marciszewska  
Michał Wolański  
Paweł Zagrajek  
Jakub Zawieska

DOI: 10.33119/978-83-8030-563-2.2022.4.109.145

## Streszczenie

Przedmiotem badań jest analiza transformacji energetycznej rynku motoryzacyjnego w segmencie samochodów osobowych. Ma ona na celu rozpoznanie możliwych scenariuszy procesu eliminowania z ruchu drogowego pojazdów emisyjnych i zastępowania ich nową generacją pojazdów bezemisyjnych, z silnikiem zasilanym energią elektryczną z baterii. Projektowanie rozwoju rynku motoryzacji indywidualnej zostało przeprowadzone z wykorzystaniem metodyki formułowania scenariuszy. Autorzy wybrali zespół ekspertów, wspólnie zidentyfikowali zestaw czynników istotnych dla zmian i opracowali trzy autorskie scenariusze: 1) bazowy, który optymistycznie zakłada, że rynek będzie rozwijał się w dotychczasowym tempie; 2) ograniczonej aprobaty dla zelektryfikowania motoryzacji indywidualnej, odzwierciedlający niższą niż do tej pory przewidywano popularność pojazdów elektrycznych; 3) spadku popytu i podaży na nowe samochody w związku ze znacznym ograniczeniem zamożności społeczeństwa. Scenariusze uwzględniają szacunki liczbowe dotyczące struktury pierwszych rejestracji nowych samochodów w Polsce w latach 2022–2025 oraz w 2030 r. Na podstawie tych danych przeprowadzono analizę ilościową hipotetycznej redukcji zużycia paliw płynnych i gazowych. Oszacowano również wynikającą z tego obniżkę emisji CO<sub>2</sub>. Opracowanie zamykają rekomendacje dla władzy publicznej i przemysłu dotyczące prowadzenia polityki energetyczno-klimatycznej oraz transportowej.

## ENERGY TRANSITION OF AUTOMOBILITY – GLOBAL TRENDS AND NATIONAL PERSPECTIVES

### Abstract

The subject of the research is the analysis of energy transition of the automotive market in the passenger car segment. The study aims to identify possible scenarios of the process of eliminating CO<sub>2</sub> emission vehicles from road traffic and replacing them with a new generation of zero-emission vehicles with a motor powered by electricity from a battery. The development of passenger car market was designed using the method of scenarios planning. The authors selected a team of experts, together they identified a set of factors important for changes and prepared three scenarios: 1) base scenario, which optimistically assumes that the market will develop at the current pace; 2) scenario of limited approval for electric passenger cars, reflecting lower popularity of electric vehicles than previously expected; 3) scenario of decline in supply and demand for new cars due to a significant decrease in the wealth of the society. The scenarios include quantitative estimates of the structure of Poland's new car registrations in 2022-2025 and in 2030. Based on these estimates, a quantitative analysis of a hypothetical reduction in the consumption of liquid fuels and gas was carried out. The resulting reduction in CO<sub>2</sub> emission was also estimated. The study concludes with recommendations for public authorities and the automotive industry regarding their energy, climate, and transport policies.

### Autorzy/Authors

**Wojciech Paprocki** – prof. dr hab., dyrektor Instytutu Infrastruktury, Transportu i Mobilności SGH. Autor i współautor licznych książek i artykułów naukowych poświęconych funkcjonowaniu sektorów mobilności i logistyki oraz transformacji cyfrowej i klimatyczno-energetycznej. Aktywny uczestnik konferencji naukowych w Polsce i za granicą.

**Marzenna Cichosz** – dr hab., profesor uczelni i kierownik Katedry Biznesu w Transporcie SGH. Jej zainteresowania badawcze koncentrują się wokół logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw. Prowadzi badania w międzynarodowych zespołach zajmujących się głównie przedsiębiorstwami logistycznymi, ich innowacyjnością, wdrażaniem technologii cyfrowych oraz transformacją w warunkach zmian klimatycznych. Odbyła staż m.in. w Ohio State University (USA) oraz w IESE Business School (Hiszpania). Członek założyciel Polskiego Stowarzyszenia Menedżerów Logistyki i Zakupów (PSML).

**Katarzyna Archanowicz-Kudelska** – dr, psycholożka i socjolożka. Jej zainteresowania naukowe to jakościowe techniki badawcze, badania społeczne, tematyka rozwoju zrównoważonego oraz etyka badawcza. Posiada 20-letnie doświadczenie w prowadzeniu badań rynkowych zarówno dla międzynarodowych korporacji, jak i lokalnych firm oraz instytucji pozarządowych. Członkini Polskiego Towarzystwa Psychologicznego (PTP), Polskiego Towarzystwa Socjologicznego (PTS) i Polskiego Towarzystwa Badaczy Rynku i Opinii (PTBRiO). Obecnie zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH, gdzie odpowiada za jakościową część projektu CoMobility.

**Joanna Cygler** – dr hab., profesor uczelni w Katedrze Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH. Specjalizuje się w szeroko rozumianej współpracy międzynarodowej (pojedynczej i sieciowej) przedsiębiorstw. Uczestniczka programów stypendialnych organizowanych m.in. przez fundację Fulbrighta (Carlson School of Management, University of Minnesota) oraz Fundację na rzecz Nauki Polskiej.

**Bartosz Grucza** – dr hab., profesor uczelni oraz kierownik Katedry Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH. Członek Rady ds. spółek z udziałem Skarbu Państwa i państwowych osób prawnych. Kierownik i konsultant w dziedzinie zarządzania projektami, w tym przedsięwzięć B+R z zakresu zastosowania sztucznej inteligencji w optymalizacji zarządzania. Menedżer od ponad 20 lat wdrażający projekty w przedsiębiorstwach prywatnych i instytucjach publicznych.

**Adam Hoszman** – dr, specjalizuje się w problematyce ekonomiki transportu lotniczego i zarządzania w sektorze lotniczym. Współautor ekspertyz opracowywanych na potrzeby sektora lotniczego. Doświadczenie badawcze zdobywał w projektach dotyczących zarządzania w transporcie lotniczym, w szczególności w zakresie opłat lotniskowych, przychodów dodatkowych i polityki regulacyjnej. Jest autorem, współautorem i redaktorem ponad 30 książek i artykułów. Wykładowca lotniczych programów menedżerskich Aerospace MBA we Francji (Toulouse Business School) i Indiach (Indian Institute of Management Bangalore).

**Magdalena Kachniewska** – dr hab., profesor uczelni i przewodnicząca Senackiej Komisji Programowej SGH. Analityk trendów z zakresu inteligentnej turystyki, marketingu mobilnego (SoCoMo), sztucznej inteligencji i modeli biznesowych gospodarki cyfrowej. Przewodnicząca kapituły konkursu „New Tech – New Travel”. Obecnie realizuje dwa projekty z pogranicza turystyki i nowych technologii: inteligentny system wyszukiwania ofert turystycznych oparty na algorytmach rozumienia języka naturalnego (NLP) oraz system predykcji cen dla sektora turystycznego z wykorzystaniem zaawansowanych metod fuzji danych wielowymiarowych i uczenia maszynowego (ePREDYKTOR).

**Kamil Liberadzki** – dr hab., profesor uczelni w Katedrze Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH. W pracy naukowej zajmuje się regulacjami na rynkach finansowych, zarządzaniem ryzykiem finansowym oraz analizą innowacyjnych instrumentów finansowych. Jest Dyrektorem Departamentu Rozwoju Regulacji w Urzędzie Komisji Nadzoru Finansowego, a także członkiem Zarządu Europejskiego Urzędu Nadzoru Bankowego (EBA).

**Marcin Liberadzki** – dr hab., profesor uczelni w Katedrze Biznesu w Transporcie SGH. Specjalizuje się w zagadnieniach dotyczących regulacji finansowych oraz hybrydowych dłużnych papierów wartościowych, ze szczególnym uwzględnieniem strukturyzowania emisji oraz wyceny i analizy ryzyka tych instrumentów. Odbył staż naukowy na Uniwersytecie w Nawarze (Hiszpania).

**Elżbieta Marciszewska** – prof. dr hab. Autorytet w dziedzinie transportu lotniczego. Ekspert Narodowego Programu FORESIGHT Polska 2020. Członek Zespołu Zadaniowego ds. Wielkoskalowych Projektów Rozwojowych KPZK PAN. Autorka ponad 180 artykułów naukowych oraz wielu raportów i opinii dotyczących sektora lotniczego.

**Michał Wolański** – dr, adiunkt w Katedrze Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH. Stypendysta na University of Leeds i University of Sydney. Przedsiębiorca i startuper – założyciel firmy badawczo-ewaluacyjnej Wolański sp. z o.o. oraz współzałożyciel platformy Koleo. W pracy naukowej zajmuje się ekonomiką transportu i infrastruktury, zrównoważoną mobilnością, polityką infrastrukturalną i ewaluacją.

**Paweł Zagrajek** – dr, adiunkt w Katedrze Biznesu w Transporcie SGH. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się na tematyce związanej z modelami biznesowymi i ekonomiką przewoźników lotniczych. Autor i współautor wielu książek, artykułów, ekspertyz i projektów badawczych z zakresu lotnictwa. Certyfikowany audytor wewnętrzny oraz instruktor w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego.

**Jakub Zawieska** – dr, adiunkt w Katedrze Badań nad Infrastrukturą i Mobilnością SGH. Jego zainteresowania badawcze obejmują rozwój koncepcji inteligentnego miasta, zrównoważoną mobilność i zachowania transportowe oraz społeczno-ekonomiczne aspekty zrównoważonego rozwoju. Prowadzi na SGH międzynarodowe projekty badawcze CoMobility oraz GreenCoin.

**T**ransformacja branży motoryzacyjnej w kierunku elektromobilności dzieje się na naszych oczach. Trajektoria oraz ramy czasowe tego procesu są jednak ciągle niedookreślone. Zależą one od wielu czynników egzo- i endogenicznych, których kierunek i siła mogą być różne.

Zespół Instytutu Infrastruktury, Transportu i Mobilności (IITiM) SGH bada zagadnienie e-mobilności od lat [Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2017, 2018, 2019; Paprocki, 2017]. Celem, który postawili sobie autorzy przygotowujący niniejsze opracowanie, jest rozpoznanie możliwych scenariuszy procesu eliminowania z ruchu drogowego pojazdów emisyjnych i zastępowanie ich nową generacją pojazdów bezemisyjnych lub też takim zastosowaniem zamkniętego obiegu węgla i jego związków (w tym CO<sub>2</sub>), przy którym użytkowanie pojazdów drogowych, w szczególności samochodów osobowych, będzie zapewniało zerowy bilans emisji i absorpcji CO<sub>2</sub> w skali globalnej. Doświadczenie pokazuje, że najlepiej opisanym sposobem osiągnięcia celu zerowej emisyjności pozostaje upowszechnienie samochodu osobowego z silnikiem elektrycznym zasilanym energią elektryczną z baterii. Analiza procesu wprowadzania na rynek pojazdów bateryjnych pozwoliła rozpoznać bariery, które zostały w ostatnich latach dostrzeżone i opisane, w tym przede wszystkim ograniczenia popytowe, tj.:

- a) niższą niż prognozowana popularność pojazdów elektrycznych;
- b) znaczny spadek dochodów rozporządzalnych przeciętnego użytkownika samochodu.

Te ograniczenia po stronie popytu stanowiły podstawę przygotowania trzech alternatywnych scenariuszy rozwoju motoryzacji indywidualnej: scenariusza bazowego, scenariusza ograniczonej aprobaty dla zelektryfikowania motoryzacji indywidualnej oraz scenariusza spadku popytu i podaży na samochody osobowe.

Antycypowanie przyszłości zostało przeprowadzone na podstawie metodyki formułowania scenariuszy [Kononiuk, 2012]. W związku z tym autorzy najpierw w sposób celowy dobrali ekspertów, a następnie zidentyfikowali przy ich pomocy zestaw czynników istotnych dla zmian w tym obszarze, aby stworzyć finalnie trzy scenariusze transformacji energetycznej motoryzacji indywidualnej. Scenariusze powstawa-

ły w okresie od marca do końca maja 2022 r. w ramach wewnętrznych prac zespołu pracowników IITiM SGH, a następnie zostały poddane krytycznej analizie podczas sesji dyskusyjnych z udziałem ekspertów zewnętrznych. W scenariuszach zawarte są szacunki liczbowe dotyczące struktury pierwszych rejestracji nowych samochodów w Polsce w latach 2022–2025 oraz w 2030 r. Na podstawie tych szacunków przeprowadzono analizę ilościową hipotetycznej redukcji emisji CO<sub>2</sub>, mającej swoje źródło w silnikach spalinowych, w przypadku zastąpienia części floty pojazdami z silnikami elektrycznymi. W analizie przyjęto modelowe założenie (odbiegające jednak od realnej sytuacji w Polsce), że do ładowania baterii wykorzystana byłaby jedynie energia elektryczna pochodząca z odnawialnych źródeł energii. W ostatniej części opracowania zawarto rekomendacje, które mogą przyczynić się do szybszego osiągnięcia celów polityki klimatycznej przy jednocześnie racjonalnym wykorzystaniu zasobów rzeczowych i kapitału.

## Przesłanki transformacji energetycznej motoryzacji indywidualnej

### Fenomen motoryzacji indywidualnej

W XIX w. pojawiły się liczne wynalazki, które uitorowały drogę do produkcji pojazdów z napędem mechanicznym. Były wśród nich nowe rozwiązania techniczne, które przyczyniły się do powstania dwóch gałęzi transportu lądowego – kolejowego i drogowego. Motoryzacja indywidualna powstawała obok zorganizowanego transportu zarobkowego osób i rzeczy. Jej fenomen wiązał się z postawą społeczną dużej części mężczyzn, którzy w I połowie XX w. uznali, iż osobiste zaangażowanie się w rozwój tej formy realizacji potrzeb mobilności daje wygodę życiową dla całej rodziny i przynosi prestiż osobisty. Chęć przyłączenia się do grona automobilistów stała się ważnym motywem zabiegania o dobrze płatną pracę, zapewniającą środki finansowe niezbędne do zakupu samochodu osobowego oraz ponoszenia kosztów jego utrzymania. Relatywna zamożność użytkowników motoryzacji indywidualnej w połączeniu z masowością tego zjawiska stworzyła warunki dla przepływu dużych strumieni pieniędzy od konsumentów do przemysłu motoryzacyjnego i powstającego nowego sektora usług związanego z obsługą kierowców oraz ich pojazdów.

Czynnikiem wspierającym rozwój motoryzacji indywidualnej było zaangażowanie się władzy publicznej szczebla państwowego (federalnego i stanowego w USA oraz rządowego w Europie i innych krajach świata) oraz samorządowego, w tym miejskiego, w budowę infrastruktury drogowej. Jej tworzenie przez wiele dekad XX w. było oderwane od rozwoju innych elementów infrastruktury technicznej, w tym sieci

elektroenergetycznej. Ogromną zaletą samochodu osobowego zasilanego paliwem ciekłym była możliwość zatankowania go z rozproszonych terytorialnie zbiorników paliw przy wykorzystaniu bardzo prostych technicznie pomp ręcznych.

Akumulacja kapitału w dwóch gałęziach przemysłu – maszynowym oraz naftowym – pozwalała na finansowanie badań rozwojowych przez producentów samochodów i paliw, a także przez ich dostawców. Efektem tej działalności było stałe unowocześnianie rozwiązań technicznych, które pozwalały osiągać coraz lepszy poziom bezpieczeństwa i mobilności w ruchu drogowym, a przede wszystkim zwiększać komfort jazdy samochodem osobowym.

W latach 20. w USA, a następnie w latach 50. XX w. w Europie Zachodniej samochód osobowy stał się podstawowym dobrem konsumpcyjnym, którym dysponowała znaczna część społeczeństwa. Podobny poziom umasowienia motoryzacji indywidualnej został osiągnięty w Europie Centralnej, w tym w Polsce, w trakcie transformacji ustrojowej. Cechą szczególną popularyzowania motoryzacji indywidualnej, zaobserwowaną na przełomie XX i XXI w., było przyłączenie się licznej społeczności damskiej do grona posiadaczy i użytkowników własnego pojazdu, co doprowadziło do złączenia zjawiska wykluczenia komunikacyjnego kobiet, zwłaszcza tych mieszkających na terenach o niskim poziomie urbanizacji.

Ważną cechą fenomenu motoryzacji indywidualnej jest gotowość większości gospodarstw konsumenckich do ponoszenia relatywnie wysokich i okresowo wzrastających kosztów pozyskania i eksploatacji własnego samochodu osobowego. W okresie kryzysu naftowego z lat 1973–1974 oraz w latach 2021–2022, kiedy ceny paliw drastycznie wzrastały, popyt na paliwo nie ulegał silnej redukcji. Wzrost kosztów paliwa dla wielu użytkowników jest oczywiście dotkliwą niedogodnością, gdyż zwiększenie wydatków na użytkowanie samochodu osobowego prowadzi do ograniczenia wydatków na inne cele konsumpcyjne.

Motoryzacja indywidualna jest formą aktywności gospodarczej i zachowań konsumenckich, która wiąże się z użytkowaniem samochodów osobowych. Na potrzeby niniejszego opracowania przygotowano listę różnych tego typu pojazdów, które są obecnie wykorzystywane w codziennej eksploatacji (tabela 1).

Tabela 1. Klasyfikacja samochodów według kryterium napędu

<i>Electric vehicle</i> (EV)	Samochód elektryczny.
<i>Battery electric vehicle</i> (BEV)	Samochód elektryczny, który do napędu wykorzystuje wyłącznie energię elektryczną zmagazynowaną w bateriach (akumulatorach).
<i>Hybrid electric vehicle</i> (HEV)	Hybrydowy pojazd elektryczny wyposażony w dwa silniki – spalinowy i elektryczny, które mogą pracować osobno lub równolegle. W pojazdach HEV silnik elektryczny pełni zazwyczaj funkcję wspomagającą. Podkategoria <i>mild hybrid electric vehicle</i> (MHEV) obejmuje pojazdy, w których praca silnika elektrycznego jest bardzo ograniczona.

<i>Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)</i>	Hybrydowy pojazd elektryczny z możliwością ładowania z gniazdka ( <i>plug-in</i> ). Przy odpowiednio częstym ładowaniu i utrzymaniu odpowiedniego sposobu prowadzenia PHEV mogą wykorzystywać wyłącznie energię elektryczną. W unijnym programie <i>Fit for 55</i> pojazdy te uznawane są za emisyjne.
<i>Range extended electric vehicle (REEV)</i>	Samochód elektryczny o rozszerzonym zasięgu. Poza silnikiem elektrycznym, który stanowi ich podstawową jednostkę napędową, są wyposażone dodatkowo w silniki spalinowe. W przypadku tego typu pojazdów silnik spalinowy załącza się tylko wtedy, gdy potrzebne jest wytworzenie energii koniecznej do naładowania akumulatora zapewniającego napęd elektryczny.
<i>Fuel cell electric vehicles (FCEV)</i>	Pojazd elektryczny wyposażony w ogniwa paliwowe ( <i>fuel cells</i> ) zasilane wodorem (H <sub>2</sub> ) pobieranym ze zbiornika zainstalowanego w pojeździe i napełnianego na stacjach paliwowych.

Źródło: opracowanie własne.

## Preferencje konsumentów w zakresie zaspokajania potrzeb mobilności

Od drugiej dekady XXI w. społeczeństwa coraz więcej uwagi przywiązują do negatywnych skutków eksploatacji tradycyjnego samochodu osobowego z silnikiem spalinowym, emitującym zanieczyszczenia oraz gazy cieplarniane (*Green House Gases* – GHG). Dlatego też branża motoryzacyjna poszukuje innowacyjnych rozwiązań przyjaznych środowisku naturalnemu i społeczeństwu, które odpowiedzą na potrzebę indywidualnej mobilności, ograniczając jednocześnie niestabilność klimatyczną. Dynamika zmian w przemyśle motoryzacyjnym w ChRL, a następnie w Europie i wreszcie także w USA rośnie z każdym rokiem, co wynika zarówno z presji społecznej, jak i z zaostrzenia regulacji administracyjnych wprowadzanych lub zapowiadanych przez władze publiczne.

Należy zaznaczyć, że badania prowadzone nad „zieloną” transformacją wskazują, że przysposobienie „zielonych” technologii jest uzależnione od motywacji zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej konsumentów. Pierwsza z nich obejmuje osobiste poczucie odpowiedzialności, np. za środowisko naturalne, podczas gdy druga bazuje przede wszystkim na zachętach finansowych, choć może uwzględniać także zewnętrzną presję lub pozytywną motywację płynącą z otoczenia [Coad, De Haan, Woersdorfer, 2009]. I tak badania prowadzone w pierwszej dekadzie XXI w. wykazały, iż zakup pojazdu elektrycznego ma miejsce głównie wśród osób deklarujących większą świadomość środowiskową i stanowi często manifestację ich przekonań [np. Heffner, Kurani, Turrentine, 2007; Gallagher, Muehlegger, 2011]. Osoby te są również bardziej skłonne do korzystania z alternatyw dla samochodu osobowego, np. transportu publicznego [Kahn, 2007].

Łańcuchy dostaw w przemyśle motoryzacyjnym przez wiele dekad były uruchamiane pod wpływem popytu konsumentów. Stąd właśnie analiza popytu konsumentów na auta elektryczne jest przedmiotem wielu badań i opracowań naukowych. Głównie

nym narzędziem badawczym są w tym przypadku badania ankietowe prowadzone w wielu krajach wśród różnych grup społecznych. Pozwalają one poznać preferencje konsumenckie, związane z nimi plany zakupu samochodów elektrycznych i czynniki mające wpływ na tę decyzję.

Badania z drugiej dekady XXI w. wskazują, iż przy podejmowaniu decyzji o zakupie samochodu elektrycznego konsumenci zwracają przede wszystkim uwagę na techniczne parametry pojazdu i oczekują, że będą one lepsze lub przynajmniej porównywalne względem tych posiadanych przez samochody wyposażone w silniki konwencjonalne. Przegląd 26 badań opisujących szeroko rozumiane preferencje dotyczące zakupu pojazdów o napędzie alternatywnym wykazał, że aspekty finansowe (tj. koszt zakupu oraz koszt utrzymania pojazdu) oraz techniczne (tj. zasięg, czas ładowania, osiągi pojazdu) mają największy wpływ na decyzję o potencjalnym zakupie samochodu elektrycznego [Liao, Molin, Wee, 2017]. Istotna jest także gęstość sieci stacji ładowania, która w ocenie potencjalnych konsumentów pozytywnie wpływa na użyteczność pojazdów z silnikami elektrycznymi zasilanymi baterią (BEV).

Powyższe spostrzeżenia potwierdza analiza wyników badań ankietowych prowadzonych wśród mieszkańców Europy, wskazująca, iż redukcja ceny BEV jest głównym czynnikiem mogącym skłonić potencjalnego nabywcę do zakupu takiego pojazdu. Drugi co do ważności parametr stanowi pod tym względem zasięg BEV. Dostępność punktów ładowania jest natomiast istotna dla osób realnie rozważających zakup pojazdu elektrycznego [Cecere, Corrocher, Guerzoni, 2018; Rommel, Sagebiel, 2021]. Badania przeprowadzone w Szwajcarii wskazują, że dostęp do prywatnych punktów ładowania może stanowić czynnik znacząco zwiększający atrakcyjność zakupu BEV [Patt, Aplyn, Weyrich, Vliet, 2019]. Ustalono, iż osoby posiadające własne miejsce parkingowe i zapewniony potencjalny dostęp do ładowarki na takim miejscu są o 50% bardziej skłonne do zakupu pojazdu elektrycznego niż osoby parkujące samochód w ogólnodostępnej przestrzeni, np. na ulicy. Ponadto badanie szwajcarskie wykazało, iż chęć zakupu skorelowana jest z poziomem edukacji – im wyższe wykształcenie posiada potencjalny nabywca, tym większe jest jego zainteresowanie zakupem samochodu elektrycznego. Niemniej w 2019 r. mniej niż połowa Szwajcarów rozważała zakup pojazdu elektrycznego w ciągu najbliższych lat. Aby udało się osiągnąć cele klimatyczne UE, samochody elektryczne powinny w szybkim tempie zdominować rynek motoryzacyjny, tymczasem nawet w tak bogatym społeczeństwie jak szwajcarskie w dalszym ciągu ponad połowa ludności nie rozważa zakupu takiego pojazdu. Kolejne badania przeprowadzone wśród mieszkańców Szwajcarii tylko potwierdziły te obserwacje [Wicki, Brückmann, Quoss, Bernauer, 2022].



Badania z rynku niemieckiego wskazują z kolei na wyższą skłonność niemieckich konsumentów do zakupu pakietów (*bundle*) obejmujących samochód elektryczny oraz panele fotowoltaiczne niż do zakupu wyłącznie pojazdów elektrycznych [Stauch, 2021].

Interesującym kierunkiem w badaniach nad transformacją ku pojazdom elektrycznym jest analiza preferencji współczesnych konsumentów co do różnych modeli ich posiadania i korzystania z nich. Warto tu przytoczyć badania [Huang i in., 2021], w których autorzy analizowali:

- a) kupno pojazdu,
- b) leasing baterii,
- c) leasing całego pojazdu BEV,
- d) współdzielenie pojazdów EV (B2C BEV-*sharing*).

Uzyskane w tym przypadku wyniki ilustrują m.in. istotny wpływ czynników demograficznych (tj. dochód, wiek, posiadanie samochodu) na preferowany model posiadania samochodu. Przykładowo grupy społeczne o niższych przychodach są bardziej skłonne do korzystania z modelu współdzielenia pojazdu, podczas gdy modele bazujące na leasingu baterii lub całego samochodu są bardziej atrakcyjne dla grup o wyższych dochodach. W badaniu wykazano także istotne różnice w podejściu do technicznych parametrów pojazdu oraz infrastruktury towarzyszącej w zależności od preferowanego modelu posiadania. Przykładowo dostępność publicznych punktów zasilania oraz czas ładowania baterii ma małe znaczenie dla osób preferujących kupno lub leasing pojazdu BEV. W przypadku tej grupy konsumentów znacznie ważniejsza jest możliwość ładowania pojazdu w domu.

Analiza psychologicznych barier w kontekście zakupu pojazdów BEV została przeprowadzona w Danii. Autorzy badania wykazali, iż brak wiedzy na temat postępu technologicznego w procesie budowania i funkcjonowania tego typu samochodów oraz infrastruktury ładowania jest jedną z głównych przyczyn niechęci do zakupu pojazdów BEV [Thøgersen, Ebsen, 2019].

W literaturze przedmiotu można znaleźć też opracowania analizujące rynek polski. Jedno z najnowszych badań, zrealizowane w 2021 r. przez InsightOut Lab we współpracy z producentem samochodów marki Volkswagen, wykazało, że 23% konsumentów w Polsce rozważa zakup pojazdu elektrycznego [InsightOut Lab, 2021]. Przemawiają za tym głównie takie czynniki jak: ochrona środowiska, niskie koszty eksploatacji pojazdów BEV, możliwość ładowania samochodu w domu oraz dodatkowe przywileje, np. darmowe parkowanie w płatnych strefach oraz możliwość jazdy buspasami. Niemniej potencjał zakupu takiego pojazdu, zwłaszcza wśród klientów na rynku samochodów używanych, jest ograniczony z uwagi na wysoki koszt nabycia auta elektrycznego [Bienias, Kowalska-Pyzalska, Ramsey, 2020]. Prognozując kształtowanie się

popytu na nowe i używane samochody BEV, należy uwzględnić ewentualną rozbieżność między deklaracjami składanymi przez potencjalnych nabywców a ich faktycznymi decyzjami zakupowymi.

## Ewolucja aglomeracyjnych systemów mobilności

Tereny miejskie należą do kluczowych obszarów transformacji energetycznej i klimatycznej. To zarówno jedne z największych źródeł emisji zanieczyszczeń, jak i obszary najbardziej wrażliwe na negatywne skutki tego zjawiska. W miastach mieszka dziś około 55% populacji, a według szacunków ONZ do 2050 r. wskaźnik ten osiągnie poziom 68% [UN, 2018]. Postępująca urbanizacja oznacza także szkody dla środowiska naturalnego w różnych wymiarach i jest to efekt właściwie nieunikniony [Borck, Tabuchi, 2019]. Jednakże współczesne założenia rozwoju miast, w tym także koncepcja *Smart City 3.0*, kładą coraz większy nacisk na zrównoważony rozwój terenów miejskich oraz troskę o jakość życia ich mieszkańców [Cohen, 2015]. Dotyczy to także sektora transportu, który tylko na terenie UE odpowiada za 25% emisji GHG oraz wiele lokalnych problemów związanych z zanieczyszczeniem powietrza i środowiska naturalnego [EEA, 2020].

Osiągnięcie celów klimatycznych UE określonych w *European Green Deal* nie jest możliwe bez wdrożenia zrównoważonej mobilności w miastach. Jednym z głównych wyzwań w zakresie współczesnej polityki transportowej jest ograniczenie mobilności indywidualnej, a z uwagi na swoją specyfikę (tj. wysokie i gęste zaludnienie oraz ułatwiony dostęp do infrastruktury i technologii ICT) miasta stanowią preferowane pole do wdrażania alternatywnych, często innowacyjnych, usług i środków transportu. Jednym z istotnych atutów miasta jest multimodalność, która stanowi ważny element dekarbonizacji transportu. Zapewnienie użytkownikom systemów transportowych dostępu do wielu wariantów podróży, w tym także niskoemisyjnych, pozwoli na zmniejszenie śladu węglowego pozostawianego przez ten sektor oraz całe miasta. Postępująca cyfryzacja otoczenia przekłada się ponadto na funkcjonowanie rynków, infrastruktury, praktyk i preferencji konsumentów, a także na aspekty społeczne i kulturowe w sektorze transportu [Geels, Schwanen, Sorrell, Jenkins, Sovacool, 2018]. Również globalne trendy związane z rosnącą świadomością klimatyczną i środowiskową pokoleń Y i Z, w których liczna grupa społeczna ujawnia też nowe oczekiwania względem życia, sprawiają, że innowacyjne rozwiązania w zakresie mobilności zyskują na popularności, a posiadanie samochodu nie jest już oczywistą potrzebą [Bayart, Havet, Bonnel, Bouzouina, 2020].

Jednym z głównych innowacyjnych obszarów funkcjonowania systemów transportowych w miastach jest mobilność współdzielona – usługa pozwalająca wypożyczać

pojedyncze pojazdy z floty operatora [Pistelok, Straub, 2022]. Nie jest to nowy koncept, jednakże mniej więcej od 2000 r. przeżywa on swój renesans zarówno w obszarze badawczym, jak i w praktyce zarządzania systemami transportowymi w miastach [Millard-Ball, 2005; Ricci, 2015; Si, Shi, Wu, Chen, Zhao, 2019]. Współcześnie funkcjonują modele mobilności współdzielonej dla wszystkich najważniejszych środków transportu w mieście: samochodów (systemy *car-sharing*), rowerów (*bike-sharing*), a od niedawna także e-hulajnóg i e-skuterów (mikromobilność współdzielona). Tematyka ta cieszy się dużym zainteresowaniem naukowców, a przeprowadzone badania wykazały, iż efektywne systemy mobilności współdzielonej mogą w istotny sposób wesprzeć dekarbonizację transportu w miastach m.in. poprzez redukcję kongestii i emisji z transportu, bardziej efektywne zarządzanie przestrzenią parkingową czy ograniczenie potrzeby posiadania samochodów, a w rezultacie spadek wskaźnika motoryzacji [np. Becker, Ciari, Axhausen, 2017; Li, Zhang, Ding, Ren, 2019; Eren, Uz, 2020]. Według danych OECD mobilność oparta na współdzielonych samochodach elektrycznych mogłaby zmniejszyć emisję GHG w miastach nawet o 60%

Kolejnym istotnym trendem są zmiany zachodzące w planowaniu przestrzennym miast, które przez wiele lat było podporządkowane paradygmatowi rozwoju infrastruktury transportowej. Jednym z najbardziej popularnych efektów przeciwdziałania temu problemowi jest koncepcja „miasta 15-minutowego”. Zakłada ona wizję przestrzeni miejskiej, w obrębie której większość codziennych potrzeb i celów podróży może zostać zrealizowana w ramach 15-minutowej podróży, odbywanej najlepiej pieszo lub na rowerze [Moreno, Allam, Chabaud, Gall, Pratlong, 2021]. Szerszym celem koncepcji jest ogólna poprawa jakości życia. Wiele dużych ośrodków miejskich, w tym m.in. Paryż, Ottawa, Melbourne i Mediolan, wdrożyło już elementy tej koncepcji do swoich strategii rozwoju.

Ewolucja terenów miejskich oraz wymienione wyżej czynniki oddziałujące na ich funkcjonowanie będą niewątpliwie w dalszym ciągu kształtować popyt na samochody osobowe. Współczesne polityki transportowe w miastach zmniejszają użyteczność samochodów osobowych oraz poprawiają konkurencyjność alternatywnych środków transportu, można zatem z dużym prawdopodobieństwem założyć, że w długoterminowym okresie zmniejszą one także popyt na samochody osobowe – przynajmniej w tradycyjnym i najbardziej popularnym modelu posiadania auta na własność.

## Polityka klimatyczno-energetyczna

Na forum globalnym często podnoszona jest kwestia ryzyka, jakie niosą za sobą nasilające się zjawiska w zakresie niestabilności klimatycznej. W ramach współpracy środowisk politycznych i gospodarczych osiągnięty został konsensus, w ramach

którego przyjęto, że społeczność całej planety musi powstrzymać proces wzrostu emisji GHG, w tym przede wszystkim CO<sub>2</sub>, która jest spowodowana spalaniem paliw stałych, ciekłych i gazowych. Z zapisów tzw. porozumienia paryskiego z grudnia 2015 r. wynika, że na planecie należy osiągnąć „zerowy bilans” emisji i absorpcji CO<sub>2</sub>, co ma nastąpić do 2050 r. Działania już podjęte przez władze publiczne wszystkich krajów świata oraz przez środowiska gospodarcze są oceniane jako niewystarczające. Z raportu OECD z 2022 r. wynika, że kraje członkowskie tej organizacji są bardzo oddalone od osiągnięcia zakładanego celu w wyznaczonym terminie [OECD, 2022]. Dodatkowo trzeba uwzględnić fakt, że w pozostałych państwach świata tempo wdrażania postanowień porozumienia paryskiego jest bardzo zróżnicowane. W wielu liczących się krajach, w tym w tych o największej liczbie ludności, tj. w ChRL i Indiach, władza publiczna przyznała już, że wyznaczony cel zostanie osiągnięty dopiero po 2050 r., a w bieżącej dekadzie wzrost emisji GHG będzie nadal kontynuowany.

W krajach UE-27 podejmowane są różnorodne starania na rzecz realizacji strategii *Europejskiego zielonego Ładu*. Bez względu na rozmaite przeszkody, do których należy zaliczyć pandemię COVID-19 oraz militarną inwazję Rosji w Ukrainie, europejskie środowisko gospodarcze kontynuuje działania podejmowane w zakresie modyfikacji procesów produkcji i dystrybucji dóbr materialnych i niematerialnych, aby doprowadzić do wyraźnego obniżenia emisji CO<sub>2</sub>. W sektorze mobilności i logistyki podstawowym celem jest ograniczenie zużycia paliw węglowodorowych, które są wykorzystywane do zasilania silników spalinowych.

Jednym z rozwiązań, które pozwoli osiągnąć wyznaczone cele polityki klimatycznej, jest przeprowadzenie transformacji energetycznej w tych gałęziach transportu, w których dominuje wykorzystanie silników spalinowych, tj. w transporcie drogowym, wodnym i lotniczym. Finalizacji wymaga proces eliminowania silników spalinowych w transporcie kolejowym, w którym od wielu dekad większość pracy eksploatacyjnej jest wykonywana przy wykorzystaniu silników elektrycznych.

Przeprowadzenie transformacji energetycznej w transporcie wiąże się ze zmianą napędów montowanych do nowych środków transportu oraz z zastąpieniem infrastruktury dystrybucji paliw płynnych i gazowych infrastrukturą dystrybucji energii elektrycznej.

Wdrożenie polityki klimatycznej w transporcie drogowym obejmuje również motoryzację indywidualną. Prowadzona po 2015 r. przez władze publiczne szczybla unijnego i krajowego promocja transformacji energetycznej w motoryzacji indywidualnej ogranicza się do preferowania jednego rozwiązania, jakim jest zastąpienie tradycyjnych samochodów osobowych z silnikami spalinowymi, zasilanymi benzyną lub olejem napędowym, samochodami z silnikami elektrycznymi, do których energia elektryczna będzie doprowadzana z baterii zamontowanej w pojeździe.

Przemysł motoryzacyjny w Europie do połowy drugiej dekady XXI w. powstrzymywał się od wdrożenia nowych rozwiązań dotyczących napędu montowanego w samochodach osobowych. W ostatnich latach nastąpiła drastyczna zmiana strategii rozwoju w tym przemyśle i została uruchomiona produkcja pojazdów bateryjnych. Celem tych działań jest zastąpienie pojazdów spalinowych samochodami osobowymi bateryjnymi. Ze względu na długi okres zmiany programu produkcji samochodów osobowych, który w Europie potrwa co najmniej do 2035 r., a także na kilkunastoletni okres ich eksploatacji, nie można prognozować, że w Europie do 2050 r. uda się wycofać z ruchu wszystkie samochody spalinowe. W 2021 r. Europa była drugim regionem na świecie, gdzie sprzedano najwięcej bateryjnych samochodów osobowych, tj. ok. 1,050 mln. Liderem zestawienia były jednak Chiny z ok. 1,570 mln sprzedanych sztuk [Paoli, Gül, 2022]. Udział pojazdów bezemisyjnych w całej flocie motoryzacji indywidualnej w Europie nie osiągnął jeszcze 5%, choć są kraje, takie jak m.in. Norwegia, gdzie wskaźnik ten jest relatywnie wysoki i zbliża się do 50%. Przewycięzaniu tej bariery w Norwegii sprzyja fakt, że w 2021 r. pierwsze rejestracje nowych samochodów w 65% dotyczyły pojazdów bezemisyjnych [Klesty, 2022].

W perspektywie wykraczającej poza 2030 r. możliwe jest zastosowanie innych metod eliminowania emisji CO<sub>2</sub> i pozostałych gazów cieplarnianych, a także znacznej części emisji zanieczyszczeń w postaci ciał lotnych oraz stałych, niż eksploatawanie samochodów osobowych bateryjnych. Nie wiadomo, kiedy będą dojrzałe technologicznie i komercyjnie inne metody, ale na uwagę zasługują prace badawczo-rozwojowe nad pojazdami z ogniwami wodorowymi oraz zasilanymi paliwami ciekłymi, uzyskiwanymi dzięki syntezie wodoru (H<sub>2</sub>) i odzyskiwanego z atmosfery CO<sub>2</sub>. Poszukiwanie nowych rozwiązań jest tym bardziej zasadne, że produkcja i eksploatacja baterijnego samochodu osobowego wiąże się z różnymi formami obciążania środowiska naturalnego. Poza aspektem ekologicznym występuje też aspekt ekonomiczny – jest nim wysoka cena materiałów i komponentów, które są niezbędne do wyprodukowania baterii. Znane są sprzeczne ze sobą poglądy, z których jeden odnosi się do perspektywy doskonalenia technologii wytwarzania baterii i obniżania kosztów przy umasowieniu ich produkcji, drugi zakłada natomiast niedobór surowców i rosnące koszty produkcji baterii.

W świetle powyższych ustaleń konieczne jest uwzględnienie fundamentalnego zastrzeżenia – transformacja energetyczna motoryzacji indywidualnej, polegająca na upowszechnieniu bateryjnych samochodów osobowych, przyniesie oczekiwane efekty jedynie wówczas, gdy energia elektryczna wykorzystywana do ładowania baterii będzie produkowana w pełni bezemisyjnie. Ten warunek spełnia jak na razie zaledwie kilka krajów na świecie, w tym m.in. Norwegia, nie dotyczy to jednak żadnego

z państw członkowskich UE-27, w których miks energetyczny obejmuje technologie zarówno emisyjne, jak i bezemisyjne. Polska należy do krajów o relatywnie wysokim udziale technologii emisyjnych w sektorze elektroenergetycznym.

## Rozwój motoryzacji indywidualnej w przyszłości

### Metodyka formułowania scenariuszy rozwojowych

W literaturze poświęconej funkcjonowaniu i procesom rozwojowym sektorów mobilności i logistyki liczne grono autorów zauważa, że w nadchodzącej przyszłości stopień niepewności i losowości w funkcjonalnym otoczeniu tych sektorów będzie wzrastać. Stąd sugerowane jest wykorzystywanie metody formułowania scenariuszy rozwojowych. Wymaga to uwzględnienia danych i wyników ich analizy odnoszących się do przeszłości (*predetermined factors*) oraz czynników, które mogą zakłócać kontynuowanie trendów rozwojowych obserwowanych w przyszłości (*uncertainties*) [Ruciński, Madej, 2014]. W celu zapewnienia przejrzystości procesu tworzenia każdego ze scenariuszy zalecane jest usystematyzowanie czynników, które są uwzględniane w opisie związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami występującymi wewnątrz analizowanego sektora lub w jego wyodrębnionej części oraz w otoczeniu. Standardowo wyznacza się sześć grup czynników: społeczne, technologiczne, ekonomiczne, ekologiczne, polityczne i prawne [Kononiuk, 2011]. W niniejszym opracowaniu uwzględniona zostanie dodatkowo grupa czynników wywrotowych (*disruptive*). Należą do nich zjawiska, które ujawniają się nieoczekiwanie i silnie oddziałują na różne zdarzenia i zachowania interesariuszy oraz ich otoczenie, doprowadzając do strukturalnych zmian w obrębie sektora [Kaplan, 2019]. Biorąc pod uwagę lata 2019–2022, można odwołać się do znanego stwierdzenia Henninga Vöpla [2020]: „pandemia stanowi jedno z tych wydarzeń w historii, które z pełną siłą doprowadza do zmiany otaczającego nas świata, a w przyszłości wydarzenia będą przyporządkowywane temu, jak świat funkcjonował przed pandemią i po niej”.

Na potrzeby niniejszego raportu przygotowano zestaw czynników (tabela 2), które zostały uznane za mające lub mogące mieć istotny wpływ na przebieg procesów społeczno-gospodarczych opisanych w scenariuszach transformacji energetycznej motoryzacji indywidualnej zarówno w skali globalnej, jak i w Europie i w Polsce.

Tabela 2. Czynniki wpływające na procesy społeczno-gospodarcze opisywane w scenariuszach rozwojowych

Społeczne	Technologiczne	Ekonomiczne	Ekologiczne	Polityczne	Prawne	Wywrotowe
Sklonność do życia na obszarach o wysokim poziomie urbanizacji	dostępność technologii poszczególnych gałęzi transportu	zamożność społeczeństwa i ekonomiczne zachęty dla indywidualnych użytkowników	poziom wykształcenia w zakresie znaczenia stanu środowiska naturalnego (w tym klimatu)	polityka UE w zakresie wspierania projektów rozwoju infrastruktury stacji ładowania w Europie	regulacje prawne ograniczające możliwość korzystania z aut niespełniających norm (< EURO 3)	charakter nieoczekiwanych zdarzeń wywoływanych przez naturę
Poziom i struktura potrzeb mobilności	dostępność infrastruktury poszczególnych gałęzi transportu oraz infrastruktury elektroenergetycznej (w tym stacji ładowania) i telekomunikacyjnej	dostępność środków budżetowych na finansowanie inwestycji infrastrukturalnych	zaangażowanie władzy publicznej (szczelbi: europejskiego, krajowego i samorządowego) w działania na rzecz ochrony środowiska i przeciwdziałanie zmianom klimatycznym	polityka UE w zakresie dofinansowywania ekoinnowacyjności gospodarek krajowych i przedsiębiorstw	regulacje prawne zakazujące wjazdu do centrów miast samochodami z przestarzałymi silnikami benzynowymi (< EURO 3) oraz silnikami diesla (< EURO 4)	częstotliwość występowania zdarzeń wywołanych przez naturę oraz siła i zasięg ich oddziaływania
Sklonność do korzystania z nowatorskich rozwiązań w zakresie zaspokajania potrzeb mobilności	tempo implementacji nowych technologii	dynamika rozwoju prywatnego sektora gospodarczego	zaangażowanie inwestorów finansowych i branżowych w realizację polityk publicznych	polityka UE w zakresie dofinansowywania zakupu aut elektrycznych		charakter nieoczekiwanych zdarzeń wywoływanych przez człowieka
Gotowość do zmiany sposobu zaspokajania potrzeb mobilności	poziom upowszechnienia odnawialnych źródeł energii	swoboda przepływu kapitału i towarów w skali globalnej i regionalnej oraz wydajność łańcuchów dostaw	skuteczność w implementacji ograniczeń administracyjnych	polityka krajów unijnych lub miast wprowadzająca tzw. strefy czystego transportu		siła i zasięg oddziaływania nieoczekiwanych zdarzeń wywoływanych przez człowieka
Sklonność do formułowania i artykułowania postulatów społecznych	stan zaawansowania technologii cyfrowych	powszechność i efektywność stosowania technologii cyfrowych	efektywność preferowanych rozwiązań technologicznych i modeli biznesowych			przewidywalność tempa i zakresu upowszechniania nowych technologii zapowiadanych jako „przełomowe”

Źródło: opracowanie własne.

W trakcie prac nad raportem, które trwały od początku marca do końca maja 2022 r., wpływ wskazanych czynników stanowił przedmiot analiz prowadzonych przez zespół pracowników IITiM SGH oraz konsultacji z ekspertami branżowymi, w tym reprezentującymi Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego oraz krajowe i zagraniczne ośrodki akademickie, a także krajowymi specjalistami zajmującymi się kształtowaniem oferty zarówno na rynku nowych samochodów osobowych, jak i na rynku pojazdów używanych.

W wyniku analizy dostępnych danych i dyskusji prowadzonych z ekspertami z branży motoryzacyjnej oraz elektroenergetycznej, a także po uwzględnieniu wyników badań zrealizowanych przez różne ośrodki badawcze i agencje badania opinii publicznej w Polsce i innych krajach Europy, autorzy raportu uznali za zasadne opracowanie trzech scenariuszy transformacji energetycznej w motoryzacji indywidualnej w Europie i w Polsce.

### Scenariusz bazowy transformacji energetycznej (*base scenario*)

Po przyjęciu porozumienia paryskiego w grudniu 2015 r. przez kolejne lata upowszechniany był pogląd, że podstawowym wyzwaniem dla motoryzacji indywidualnej jest wpisanie się w politykę dekarbonizacji transportu [Geels, 2012]. Na początku trzeciej dekady XXI w. zaczęła dominować narracja, zgodnie z którą przemysł motoryzacyjny po okresie wykazywania ambiwalentnej postawy względem tego, czy i jak korygować strategię rozwoju, jednoznacznie uznał zasadność globalnej polityki klimatycznej. Liderzy zasiedziali na rynku (*incumbents*) potwierdzili, że są w pełni świadomi wyzwań wpisujących się w tę politykę i że w perspektywie 2030 r., najdalej 2035 r., w Europie, w USA i w Chinach, czyli na najważniejszych rynkach świata, produkowane będą wyłącznie pojazdy bezemisyjne (BEV i FCEV), zaprzestanie się natomiast produkcji tradycyjnych pojazdów z silnikami spalinowymi (ICE) oraz hybrydy (HEV i PHEV) [McKinsey, 2021]. O tym, jak przeprowadzić ten proces, traktuje kilkunastoletnia historia amerykańskiego nowego gracza rynkowego (*new entrant*) Tesla Motors Inc.

#### Tesla Motors Inc. i samochód jako „smartfon na kołach”

Koncepcja produkcji samochodów przez koncern Tesla Motors Inc., zaplanowana w 2006 r. i podjęta dwa lata później w Ameryce, od 2019 r. realizowana także w Chinach w Gigafactory w Shanghaju, a od marca 2022 r. też w Niemczech w Gigafactory pod Berlinem, uwzględnia zastosowanie alternatywnego napędu. Zamiast silnika spalinowego, stosowanego i doskonalonego w przemyśle motoryzacyjnym przez ponad 100 lat, samochody osobowe Tesla wyposażone są w silnik elektryczny. Powrócono tym samym do rozwiązania zaproponowanego przez Gustava Trouya, który w 1881 r. skonstruował trójkołowy pojazd z silnikiem elektrycznym, uznawany za pierwszy pojazd drogowy. Do zasilania tych silników w energię elektryczną w pojeździe zainstalowano baterię nowej generacji. W miejsce powszechnie stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym akumulatorów



kwasowo-ołowiowych, których konstrukcję w 1850 r. opracował Wilhelm J. Sinsteden, w samochodach Tesla zastosowano baterie litowo-jonowe. Ten typ baterii został wprowadzony przez Sony na rynek urządzeń elektronicznych w 1991 r.

Oferta Tesli obejmująca ekskluzywny samochód Roadster, wyceniony pod koniec pierwszej dekady XXI w. na 109 tys. USD [Britannica, 2021], jest zaadresowana do użytkowników motoryzacji indywidualnej reprezentujących najbogatszą grupę konsumentów. W strategii marketingowej innowacyjnego samochodu z elektrycznym silnikiem i baterią litowo-jonową (BEV) nie koncentrowano się na zmianie wykorzystywanego źródła energii jako głównej cechy kreującej atrakcyjność tego produktu. Podkreślano natomiast, że innowacyjność samochodów Tesla wynika przede wszystkim z niespotykanego wcześniej w przemyśle motoryzacyjnym traktowania pojazdu jako urządzenia usieciowionego, zapewniającego kierowcy i pasażerom nowe doświadczenie konsumenckie (*user experience – UX*). W akcjach promocyjnych przekonywano, że samochody Tesla to „smartfony na kołach”, które posiadają cechy pojazdu autonomicznego, gdyż uwalniają użytkownika od wykonywania wielu czynności należących tradycyjnie do obowiązków kierowcy samochodu osobowego. Komunikat kierowany do klientów zawierał sugestie, że użytkowanie samochodów Tesla przynosi dzięki zastosowaniu technologii cyfrowych nowe formy osiągnięcia satysfakcji. W ofercie znalazła się również obietnica, że Tesla produkuje pojazdy autonomiczne (*autonomous vehicle*), co nie znajduje jednak potwierdzenia podczas ich eksploatacji, gdyż z zapowiadanego poziomu prawie pełnej automatyzacji (*level 4*) dostępne są rozwiązania jedynie niskiego zaawansowania (*level 2*) [Hubik, 2022].

Przez pierwsze lata sukces concernu Tesla Inc. miał wymiar przede wszystkim marketingowy. Wielkość przychodów uzyskiwanych z tytułu sprzedaży samochodów nie pokrywała się z kosztami ich produkcji. Taka sytuacja wywoływała nieufność w gronie producentów z USA i Europy Zachodniej – zaczęto się zastanawiać, czy przestawienie się z produkcji tradycyjnych pojazdów ICE na BEV przyniesie jakiegokolwiek zyski. Dopiero na przełomie drugiej i trzeciej dekady XXI w. wielkość produkcji samochodów Tesla osiągnęła taki poziom, że firmie udało się osiągnąć *break-even point*, a w raporcie finansowym za 2021 r. wykazać zysk na poziomie 5,5 mld USD [Zandt, 2022].

Źródło: opracowanie własne.

Odwoływanie się do doświadczeń Tesla Motors Inc. przy kreowaniu scenariusza bazowego jest zasadne, ale wymaga uwzględnienia jednego bardzo ważnego czynnika ekonomicznego. Otóż zarówno samochody Tesla, jak i inne pojazdy BEV oferowane przez wielu producentów, mają cechy samochodów luksusowych. W światowym rankingu Best Electric Cars opublikowanym w kwietniu 2022 r. znalazło się tylko kilka samochodów klasy średniej (Honda e – poz. 3, Skoda Enyaq iV – poz. 6, Hyundai Kona Electric – poz. 8, BMW i3 – poz. 9, Mini Electric – poz. 12, VW ID.3 – poz. 13, Peugeot e-208 – poz. 19) i tylko dwa z klasy pojazdów ekonomicznych (Renault Zoe – poz. 17, Fiat 500 – poz. 20) [Top Gear, 2022]. Wszystkie modele BEV uwzględnione w tym zestawieniu są oferowane na rynku po cenie, która stanowi barierę ekonomiczną dla przeważającej większości konsumentów. O istnieniu tego typu przeszkód świadczy fakt, że w Europie, w tym w Polsce, nowe samochody BEV, a także PHEV i nielicznie spotykane FCEV, są kupowane relatywnie często w ramach rozwoju lub zmiany taboru we flocie biznesowej, niewspółmiernie rzadko inwestują w nie natomiast gospodarstwa domowe.

Sytuację panującą na rynku w Polsce można uznać za szczególną. W każdym kraju w Europie istnieją odmienne warunki społeczno-gospodarcze i dominują określone zachowania użytkowników motoryzacji indywidualnej, w Polsce spotykamy się jednak przede wszystkim z przewagą pojazdów użytkowanych dłużej niż 10 lat, przez co średni wiek całej floty samochodów osobowych osiągnął pod koniec 2021 r. 15,5 roku.

[Gis, 2022]. Należy podkreślić, że czynniki społeczne i ekonomiczne oddziałujące na stronę popytową i podażową rynku motoryzacyjnego wywołują skłonność Polaków do kupowania samochodów używanych, importowanych z krajów Europy Zachodniej. To powoduje, że w Polsce rejestrowanych jest relatywnie mało samochodów nowych, kupionych u lokalnych dealerów. Zjawisko to ma i będzie mieć duży wpływ na tempo zmian strukturalnych w całej eksploatowanej flocie. Wśród nowych pojazdów jest i będzie relatywnie mało samochodów bezemisyjnych, choć w grupie pojazdów używanych importowanych do Polski udział BEV znacznie zapewne stopniowo wzrastać, co będzie konsekwencją pojawiania się po 2025 r. coraz większej liczby tego typu pojazdów na rynku wtórnym w Europie Zachodniej.

W scenariuszu bazowym – który ilustrują dane zawarte w tabeli 3 dotyczące rynku polskiego – uwzględniono liczebność i strukturę pojazdów zarejestrowanych po raz pierwszy w 2021 r. oraz wartości prognozowane na 2022 r. Zgodnie z oczekiwaniami należy spodziewać się wzrostu sprzedaży samochodów osobowych w segmencie pojazdów bezemisyjnych (+60,7% w stosunku do wielkości z 2021 r.), do których zaliczane są BEV i PHEV, oraz w segmencie pojazdów o obniżonym poziomie emisji, tj. HEV i *soft-HEV* (+7,7%). Dynamika prognozowanych zmian jest duża, ale należy zauważyć, że w obu tych segmentach bezwzględna liczba rejestracji w 2021 r. utrzymywała się na niskim poziomie.

W mającym podstawowe znaczenie dla kształtowania się rynku segmencie pojazdów tradycyjnych z silnikami spalinowymi ICE, zasilanymi zarówno benzyną, jak i olejem napędowym, a także gazem LPG, na 2022 r. prognozowany jest dość silny spadek sprzedaży (-23,7%). W istotny sposób, ale nie w pełnym zakresie, może zrekomensować go wzrost sprzedaży w segmencie pojazdów hybrydowych. Parametry dotyczące emisji CO<sub>2</sub> w samochodach wyposażonych jednocześnie w silniki spalinowe i elektryczne są niższe niż w przypadku ICE, ale redukcja emisji w tym zakresie nie wystarcza, aby przybliżyć motoryzację indywidualną do celu polityki klimatycznej, jakim jest osiągnięcie zerowej emisji netto (*net zero*).

Segment pojazdów pozostałych, wyposażonych np. w ogniwa wodorowe, które zasilają silnik elektryczny (FCEV), jest pomijany w analizie ilościowej, gdyż do 2030 r. nie przewiduje się wzrostu udziału tej grupy pojazdów powyżej 1% całości sprzedaży na polskim rynku.

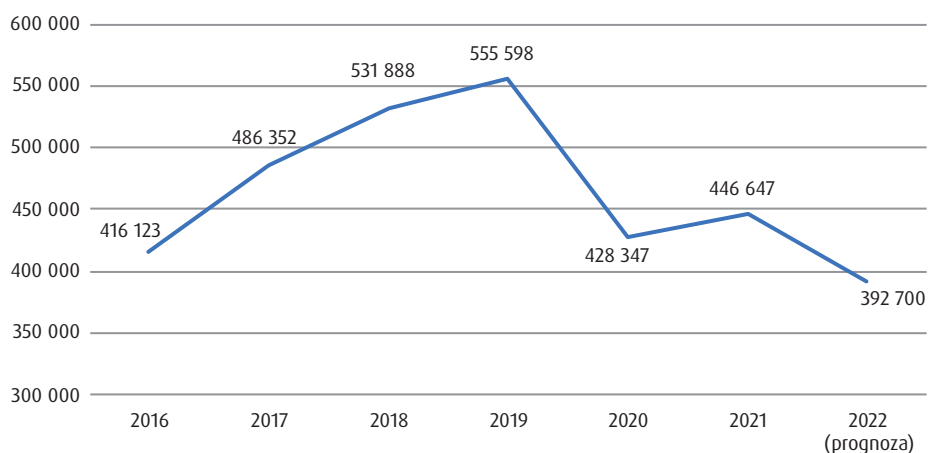
W wariacie bazowym poza polem analizy znajduje się możliwość zastępowania tradycyjnych paliw pochodzących z przerobu ropy naftowej innymi paliwami płynnymi i gazowymi. W perspektywie do 2030 r. nie przewiduje się wprowadzenia na większą skalę paliw syntetycznych, zastępujących benzynę i olej napędowy, produkowanych przy wykorzystaniu „zielonego wodoru”, a także „zielonego metanu” wytwarzanego w ramach recydingu tworzyw sztucznych.

**Tabela 3. Liczba i struktura nowych samochodów osobowych po raz pierwszy zarejestrowanych w Polsce w 2021 r. oraz prognoza na 2022 r.**

Rok	Nowe rejestracje w Polsce	Liczba pojazdów	Udział BEV i PHEV (%)	Dynamika zmian r/r (%)
		Scenariusz bazowy		
Dane raportowane				
2021	ICE/LPG	307 996	69,0	
	HEV/soft-HEV	122 176	27,4	
	BEV/PHEV	16 355	3,7	
	Razem	446 647	100,0	
Dane prognozowane				
2022	ICE/LPG	234 878	59,8	<b>-23,7</b>
	HEV/soft-HEV	131 574	33,5	7,7
	BEV/PHEV	26 280	6,7	60,7
	Razem	392 732	100,0	<b>-12,1</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PZPM.

Do spadku sprzedaży nowych samochodów w Polsce doszło w 2020 r. W kolejnych latach nie przewiduje się powrotu do rekordowego poziomu sprzedaży z 2019 r. Zmiany wielkości sprzedaży w latach 2016–2021 oraz prognozę na 2022 r. ilustrują dane przedstawione na rysunku 1.

**Rysunek 1. Dynamika zmian liczebności pierwszej rejestracji nowych samochodów osobowych w Polsce w latach 2016–2021 oraz prognoza na 2022 r.**


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PZPM.

W wariantcie bazowym trzeba uwzględnić fakt, że w 2020 r., po raz pierwszy od zakończenia II wojny światowej, europejski przemysł motoryzacyjny napotkał barierę zaopatrzeniową i nie był w stanie zrealizować na czas zaplanowanych projektów rozwojowych, w tym planów dotyczących szerszego zastosowania technologii cyfrowych w nowych modelach samochodów ICE oraz HEV/*soft*-HEV i BEV/PHEV. Te same ograniczenia pojawiły się w 2021 r., a wydarzenia, które miały miejsce w pierwszych pięciu miesiącach 2022 r., wskazują, że producenci nadal nie mogą zaoferować tylu wyrobów i o takiej strukturze, jakiej oczekują nabywcy. Istnieje zagrożenie, że dynamika sytuacji geopolitycznej i pandemicznej może spowodować zaostrzenie warunków w kolejnych kwartałach 2022 r., a nawet ich utrzymanie się w 2023 r. Doświadczenie pokazuje, że przy ograniczonych zdolnościach produkcyjnych dochodzi do preferowania przez europejski przemysł takiej struktury produkowanych pojazdów, przy której możliwe jest uzyskanie najwyższego poziomu rentowności ze sprzedaży. Przykładem mogą być działania największego producenta aut w Europie, tj. grupy VW. W 2021 r. w warunkach występowania niedoborów materiałowych, w tym braku odpowiedniej liczby układów scalonych pochodzących z importu, w VW zabiegano o utrzymanie wielkości produkcji przede wszystkim pojazdów Porsche, a w drugiej kolejności Audi, ograniczając produkcję pozostałych, mniej zyskownych marek pojazdów. Strategia ta została utrzymana także w 2022 r. [Bericht, 2022]. Kłopoty występujące w latach 2020–2022 u niemieckiego producenta znajdą zapewne swoje odzwierciedlenie na rynku polskim w latach 2025–2030, kiedy dojdzie do spadku importu używanych samochodów, skoro ich podaż na rynku wtórnym w Niemczech i innych krajach Europy Zachodniej będzie mniejsza niż w latach wcześniejszych. Taką perspektywę należy traktować jako czynnik technologiczny, który pierwotnie wpływa na stronę podażową rynku w całej Europie w segmencie pojazdów nowych, a w kolejnych latach będzie oddziaływać na stronę popytową rynku w Polsce w segmencie pojazdów używanych.

Scenariusz bazowy uwzględnia ogólny trend zwiększania się udziału pojazdów bezemisyjnych w łącznej liczbie nowo zarejestrowanych samochodów. Szacunkowe liczby nowych rejestracji we wskazanych segmentach rynku w latach 2023–2025 oraz w 2030 r. w Polsce przedstawiono w tabeli 4. Zawiera ona dwa warianty kształtowania się ogólnej liczby nowo zarejestrowanych samochodów osobowych w Polsce. Wariant I odnosi się do szacunków, w których nie uwzględniono nasilania się ograniczeń w produkcji nowych aut. Wariant II, obejmujący prognozy na lata 2023–2025, przedstawia zredukowaną ofertę przemysłu, która nie powinna utrzymać się przez wiele lat, dlatego dla 2030 r. przyjęto taką samą liczbę nowych samochodów osobowych, które będą po raz pierwszy rejestrowane w Polsce, jak w wariantcie I.

Tabela 4. Szacunkowe dane i struktura pierwszej rejestracji nowych samochodów osobowych w Polsce w latach 2023–2025 oraz w 2030 r.

Rok	Nowe rejestracje w Polsce	Wariant I		Wariant II		
		Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Współczynnik korygujący w wariantcie II (%)
2023	ICE/LPG	431 650	89,0	388 485	89,0	
	HEV/soft-HEV					
	BEV/PHEV	53 350	11,0	48 015	11,0	
	Razem	485 000		436 500		<b>-10</b>
2024	ICE/LPG	429 250	85,0	394 910	85,0	
	HEV/soft-HEV					
	BEV/PHEV	75 750	15,0	69 690	15,0	
	Razem	505 000		464 600		<b>-8</b>
2025	ICE/LPG	416 000	80,0	395 200	80,0	
	HEV/soft-HEV					
	BEV/PHEV	104 000	20,0	98 800	20,0	
	Razem	520 000		494 000		<b>-5</b>
...						
2030	ICE/LPG	406 000	70,0	406 000	70,0	
	HEV/soft-HEV					
	BEV/PHEV	174 000	30,0	174 000	30,0	
	Razem	580 000		580 000		

Uwaga: w tabeli przedstawiono wariant I scenariusza bazowego oraz wariant II, w którym uwzględnione są hipotetyczne skutki ograniczenia podaży samochodów w Europie w związku z barierami technologicznymi i materiałowymi. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PZPM.

W scenariuszu bazowym uwzględniono stopniowe zwiększanie się floty bezemisyjnych samochodów osobowych (BEV) – od ok. 40 tys. pod koniec lutego 2022 r., przez ok. 53 tys. pod koniec 2023 r., aż do ok. 174 tys. w 2030 r. Można założyć, że na koniec trzeciej dekady XXI w. w Polsce będzie eksploatowane łącznie około 1 mln bezemisyjnych samochodów osobowych. Jeśli cała flota będzie wówczas wynosić około 20 mln pojazdów, czyli jedynie nieco więcej niż na koniec 2021 r., kiedy jej liczebność wynosiła ok. 19 mln, udział pojazdów BEV (i PHEV) osiągnie ok. 5%.

W scenariuszu, który przewiduje wzrost liczby pojazdów bezemisyjnych z bateriami zasilanymi z gniazdka z 40 tys. do 1 mln, wymaga wyjaśnienia, czy rozwój publicznych stacji ładowania jest czynnikiem technologicznym o znaczeniu krytycznym. Jak wskazują badania przeprowadzone w Niemczech w 2021 r. oraz w I kw. 2022 r.,

aż 75% użytkowników pojazdów BEV/PHEV deklaruje możliwość ładowania baterii bez korzystania z publicznych stacji ładowania. Wynika to z faktu, że istotna część osób z tej grupy dysponuje prywatnymi stacjami ładowania w miejscu zamieszkania (w domach z garażem lub na dedykowanym miejscu parkingowym) lub w miejscu pracy (na dedykowanym miejscu parkingowym). Przyjmując, że w Polsce dysponentami samochodów osobowych BEV są osoby zamożne lub gospodarstwa konsumenckie o podobnych możliwościach co dysponenti takiej samej floty w Niemczech, można założyć, że dostęp do publicznych stacji ładowania jest istotny dla dwóch grup: mieszkańców domów wielorodzinnych (stanowiących według opisanych wyżej uwarunkowań ok. 25% wszystkich użytkowników pojazdów BEV/PHEV) oraz użytkowników, którzy pokonują zwykle większe odległości, niż wynosi zasięg pojazdu zasilanego energią elektryczną z baterii. Zaspokojenie potrzeb obu tych grup stanowi szczególne wyzwanie w Polsce i w innych krajach Europy, na terenie których występuje klimat zmienny i gdzie przez okres wielu dni, a nawet tygodni, może utrzymywać się temperatura zewnętrzna poniżej 0°C, a także dość silny mróz (w szczególnych przypadkach poniżej -25°C). W okresie występowania ujemnych temperatur na tyle redukuje się pojemność baterii, iż jej ładowanie staje się konieczne co kilka lub kilkanaście godzin postoju, a także po przejechaniu 100 km lub krótszego dystansu.

Wpływ czynnika technologicznego jest zatem krytyczny z perspektyw wzrostu liczby użytkowanych pojazdów bezemisyjnych wyposażonych w baterie. W scenariuszu bazowym przyjmuje się, że uda się do 2030 r. w odpowiednim tempie rozszerzyć sieć publicznych stacji ładowania. Oznacza to, że w trakcie rozwijania ekosystemu elektromobilności nie ujawnią się bariery po stronie zaplecza elektroenergetycznego, w zakresie zarówno produkcji (i dostaw) energii elektrycznej w godzinach szczytowego (w cyklu dobowym) jej zużycia, jak i zdolności przesyłania tej energii do publicznych stacji ładowania, podłączonych do lokalnych sieci dystrybucji energii elektrycznej. Konieczne jest w tym miejscu przywołanie opinii ekspertów z zakresu elektroenergetyki, którzy wskazują na wiele barier utrudniających osiągnięcie pożądanego stanu rozwoju sieci prywatnych i publicznych stacji ładowania baterijnych samochodów osobowych. Podają oni także w wątpliwość, czy uda się w istotnej części wykorzystać energię elektryczną wytwarzaną przez prosumentów do zasilania baterii. *Gras* z nich korzysta bowiem z technologii fotowoltaicznych, co oznacza, że ich prywatne instalacje generują energię elektryczną w dzień, a baterie samochodów osobowych są najczęściej podłączane do prywatnych stacji ładowania w porze nocnej.

Pominięcie w scenariuszu bazowym rozwoju infrastruktury elektroenergetycznej jako bariery elektromobilności w Polsce do 2030 r. nie pozwoli wyeliminować negatywnego oddziaływania tego czynnika na socjalny odbiór transformacji energetycznej w II połowie czwartej dekady XXI w.

## Scenariusz ograniczonej aprobaty dla zelektryfikowania motoryzacji indywidualnej (*BEV is not cool*)

Ramy analizy w scenariuszu ograniczonej akceptacji społecznej dla samochodów elektrycznych stanowi idea „zbilansowanej narracji”, która obejmuje trzy nurty dyskusji o upowszechnianiu bezemisyjnych pojazdów:

- społeczno-polityczny, mający swój fundament w polityce publicznej zdefiniowanej w porozumieniu paryskim z 2015 r.;
- technologiczno-ekonomiczny, którego ramy zostały wytyczone przez przemysł motoryzacyjny promujący pojazdy BEV;
- wielowątkowy nurt dyskusji społeczno-konsumenckiej.

Podstawowe argumenty towarzyszące dyskusji prowadzonej we wskazanych nurtach zaprezentowano w tabeli 5.

Tabela 5. Nurty „zbilansowanej narracji” dotyczące promowania i upowszechniania pojazdów bezemisyjnych

Zagadnienie	Nurt społeczno-polityczny	Nurt technologiczno-ekonomiczny	Nurt społeczno-konsumencki
Redukcja obciążenia środowiska naturalnego i przeciwdziałanie ryzyku występowania niestabilnych warunków klimatycznych zagrażających życiu społecznemu	w UE i w niektórych krajach członkowskich bardzo progresywna polityka proekologiczna, rozszerzona o aspekty polityki klimatycznej; w Polsce polityka selektywna, podejmowanie określonych działań jest często wymuszane przez regulacje UE	producenci przemysłu motoryzacyjnego muszą zaadaptować się do nowych uwarunkowań, w tym do ograniczeń wprowadzonych w formie administracyjnych zakazów lub stymulacji ekonomicznej; efektem jest wprowadzenie do oferty BEV	aktywiści ekologiczni prowadzą akcje skłaniające władzę publiczną do wprowadzania w ramach progresywnej polityki publicznej różnorodnych regulacji ograniczających ruch samochodów
Budowanie ładu gospodarczego obejmującego systemy mobilności	po okresie promowania motoryzacji indywidualnej (od lat 20. w USA i od lat 50. w Europie Zachodniej) na przełomie XX i XXI w. nastąpiło stopniowe wprowadzanie kolejnych ograniczeń dotyczących użytkowania samochodów, szczególnie na obszarach o wysokim stopniu urbanizacji	po kryzysie naftowym (z lat 1973–1974) rozszerzenie oferty samochodów, które spalają poniżej 10 litrów paliwa na 100 km przebiegu; na początku XXI w. doszło do upowszechnienia pojazdów hybrydowych oraz rozpoczęto produkcję BEV (Tesla); projekt Uber stanowi innowację, która obniża atrakcyjność użytkowania własnego samochodu	społeczności w dużych miastach zwiększają zainteresowanie ofertą komunikacji publicznej oraz rozwiązaniami stosowanymi w ramach mikromobilności (np. <i>e-scooter</i> w formule <i>sharing-economy</i> ) i skłaniają władzę publiczną do rozszerzania tej oferty

cd. tabeli 5

Zagadnienie	Nurt społeczno-polityczny	Nurt technologiczno-ekonomiczny	Nurt społeczno-konsumencki
Upowszechnianie pojazdów bezemisyjnych (BEV)	władza publiczna w różnych formach wspiera przemysł, aby przyspieszyć wzrost produkcji BEV	przemysł motoryzacyjny rozszerza swoje kompetencje o technologie produkcji baterii oraz rozwój oprogramowania sterującego BEV	koncentrowanie się w badaniach rynkowych na zachowaniach grupy zwolenników BEV powoduje, że do opinii publicznej trafiają jedynie wyselekcjonowane argumenty o akceptacji BEV lub jej braku w szerokich grupach społecznych

Źródło: opracowanie własne.

W omawianym scenariuszu *BEV is not cool* na szczególne zainteresowanie zasługują opisane niżej kwestie.

Po pierwsze, przedmiotem sporu jest, czy władza publiczna postępuje racjonalnie, jeśli promuje jedynie model BEV. Pomija się w tym przypadku alternatywne rozwiązania mimo braku pewności, czy wytyczony cel polityk publicznych – ekologicznej i klimatycznej – można osiągnąć przy najmniejszych nakładach, promując wyłącznie BEV. Wątpliwości dotyczą przede wszystkim uwzględnienia wszystkich możliwych nakładów, jakie trzeba będzie ponieść, jeśli znacznie wzrastać zapotrzebowanie na dostęp do publicznych stacji ładowania baterii oraz prawidłowej oceny, zgodnie z kryteriami ekologiczno-klimatycznymi, przewagi BEV nad ICE w pełnym cyklu życia tych pojazdów.

Po drugie, wątpliwości budzi projekcja zakładająca, że przemysł w Europie osiągnie do 2030 r. zdolność do produkcji odpowiedniej liczby baterii. Wielu ekspertów wskazuje na ograniczone możliwości pozyskiwania odpowiednich surowców i komponentów, które są dostępne głównie poza kontynentem europejskim. W globalnym otoczeniu geopolitycznym, które zmienia się dynamicznie w trzeciej dekadzie XXI w., bariery administracyjne i logistyczne mogą przybrać na znaczeniu i uniemożliwić realizację zwiększonych dostaw.

Po trzecie, brakuje wyników analiz ekonomicznych pozwalających ustalić, na ile szersze grupy konsumentów będą dysponować odpowiednimi środkami finansowymi oraz warunkami technicznymi (m.in. dostępem do prywatnej stacji ładowania), aby zastąpić użytkowanie wieloletniego pojazdu ICE nowym lub używanym BEV. Bariera ekonomiczna może zniechęcić gospodarstwa konsumenckie do zakupu BEV na wiele lat, co oznaczać będzie odsunięcie upowszechnienia tych pojazdów w Polsce poza horyzont 2030 r.

Po czwarte, brakuje danych na temat sytuacji, w której pojazdy BEV będą użytkowane w Europie w grupie przekraczającej 20% wszystkich użytkowników samochodów osobowych. Stopniowo gromadzona jest wiedza, która wykracza poza rozpoznane



już doświadczenie związane z wykorzystaniem BEV w niszy rynkowej i społecznej. Istnienie tej luki nie jest jednak komentowane w mediach, co przekłada się również na ograniczenie „narracji zbilansowanej”. Mamy zatem do czynienia ze swoistą bańką medialną, w której wymieniane są jedynie poglądy jednoznacznie promujące BEV, przy jednocześnie przemilczanych lub są słabo uargumentowanych zastrzeżeniach co do atrakcyjności tych pojazdów. Do kreowania tej bańki przyczyniają się różne grupy interesariuszy rynku motoryzacyjnego, które świadomie lub nieświadomie unikają analizy drażliwych kwestii. Szczególną rolę odgrywa w tym przypadku dyscyplina korporacyjna, która wymaga od licznych specjalistów pracujących na zlecenie przemysłu motoryzacyjnego, aby powstrzymali się od wyrażania swoich wątpliwości na forum publicznym.

Jednym z sygnałów wskazujących na to, że narracja o elektromobilności została rozszerzona o nowe wątki, jest publikacja w *Die Welt* z 2022 r. poświęcona różnym okolicznościom, które osłabiają atrakcyjność użytkowania BEV/PHEV. W tabeli 6 przedstawiono czynniki, które ograniczają lub spowalniają zakupy i użytkowanie samochodów elektrycznych (BEV/PHEV), w tabeli 7 omówiono zaś warunki, jakie w ocenie konsumentów muszą być spełnione, aby podjąć decyzję o zamianie pojazdu tradycyjnego na bezemisyjny samochód osobowy.

**Tabela 6. Lista czynników, które ograniczają lub spowalniają zakup i użytkowanie samochodów elektrycznych (BEV/PHEV)**

Bariera	Udział wskazań w grupie respondentów (%)	Uwagi
Ograniczony dostęp do publicznych stacji ładowania	84	75% ankietowanych deklaruje, że w użytkowanym przez nich domu istnieje możliwość zainstalowania prywatnej stacji ładowania
Zbyt wysokie ceny nowych samochodów	71	-
Niedostateczny zasięg auta przed kolejnym ładowaniem baterii	71	według badań przeprowadzonych przez Deutsche Automobil Treuhand (DAT) średni roczny przebieg samochodu osobowego wynosi ok. 14 tys. km, co oznacza, że dziennie przebiegi sięgają ok. 40 km; nie ma tym samym powodów do obaw, że zasięg pojazdu bateryjnego jest zbyt mały, a czas ładowania baterii może być uciążliwy
Zbyt długi czas ładowania baterii	70	
Niepewność dotycząca kształtowania się cen używanych pojazdów BEV/PHEV	-	kupowanie pojazdów BEV/PHEV, które trafią na rynek pojazdów używanych w 2025 r. i później, jest obciążone ryzykiem, że samochody wyprodukowane w latach 2021–2022 będą traktowane w każdym kolejnym roku jako mało atrakcyjne wyroby „starej generacji”

Uwaga: w tabeli zaprezentowano wyniki badań ankietowych opublikowanych w lutym 2022 r. przez niemiecki Center Automotive Research (CAR) na podstawie 2200 odpowiedzi respondentów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Zwick [2022].

**Tabela 7. Deklarowana gotowość zakupu pojazdów BEV/PHEV wśród konsumentów w Niemczech w 2021 r. oraz lista warunków sprzyjających podjęciu takiej decyzji**

Postawa respondentów	Udział pozytywnych odpowiedzi	Uwagi
Gotowość do zakupu BEV	25%	badanie przeprowadzone w grupie użytkowników samochodów
Gotowość do zakupu PHEV	26%	badanie przeprowadzone w grupie użytkowników samochodów
Gotowość do zakupu BEV/PHEV nie wcześniej niż w 2026 r.	ok. 30% deklarujących gotowość zakupu BEV/PHEV	oczekuje się, że po 2025 r. będzie dostępna nowa generacja samochodów BEV/PHEV, co oznacza, że należy wstrzymać się obecnie z zamianą samochodów ICE na BEV/PHEV
Atrakcyjność elastycznych form finansowania długookresowego dostępnych dla użytkowników BEV/PHEV bez konieczności zakupu nowego pojazdu – tzw. model Auto Abo	72% respondentów z grupy potencjalnych kupców BEV/PHEV deklaruje zainteresowanie leasingiem oraz długookresowym wynajmem; w 2021 r. w Niemczech zawarto 53 tys. umów, których czas trwania wynosi od jednego miesiąca do dwóch lat (przy ogólnej liczbie nowych rejestracji równej 2,62 mln); ocenia się, że do 2030 r. liczba użytkowników Auto Abo wzrośnie do 1 mln	możliwość uniknięcia ryzyka straty przy późniejszej sprzedaży pojazdu skłania do użytkowania BEV/PHEV bez konieczności jego zakupu; otwarta pozostaje kwestia wyceny ryzyka przez operatora (leasingodawcę wynajmującego flotę) i jej wpływu na wysokość opłat miesięcznych oraz relację tej kwoty do ceny, którą trzeba zapłacić przy zakupie samochodu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Zwick [2022].

W scenariuszu ograniczonej aprobaty dla zelektryfikowania motoryzacji indywidualnej uwzględnione są szacunki, w których redukcji ulegają wskaźniki udziału samochodów BEV/PHEV w liczbie nowych samochodów rejestrowanych po raz pierwszy w Polsce w latach 2023–2025 oraz w 2030 r. Dane dotyczące tego scenariusza w zestawieniu z danymi ze scenariusza bazowego zostały przedstawione w tabeli 8.

Im więcej samochodów BEV znajdzie się w eksploatacji, tym szybciej powinna nastąpić modernizacja zaplecza technicznego oraz stacji zapewniających serwis posprzedażowy. Doświadczenia z zagranicy, m.in. z krajów skandynawskich, wskazują, że użytkownicy BEV nie są obsługiwani na satysfakcjonującym poziomie [Bórawski, Bełdycka-Bórawska, Żak, Koszela, 2022]. Upowszechnianie się takiej opinii może stać się kolejnym czynnikiem ograniczającym skłonność konsumentów do nabywania taboru bezemisyjnego.

Zgodnie z tym scenariuszem konsumenci będą w kolejnych latach coraz bardziej uświadamiać sobie niedogodności wynikające z użytkowania pojazdów BEV. Na rynku w Polsce spowoduje to osłabienie tempa wzrostu sprzedaży zarówno nowych, jak i używanych modeli tego typu aut. Liczba BEV i PHEV jeżdżących po drogach w Polsce wzrośnie zatem z ok. 40 tys. na początku 2022 r. do ok. 700 tys. pod koniec 2030 r. Przy mniejszym wzroście udziału tych pojazdów w całej flocie odpowiednio wolniej

będzie zmniejszać się udział pojazdów ICE. Należy oczekiwać również znacznego obniżenia tempa rozwoju sieci publicznych stacji ładowania. W konsekwencji może dojść do mniejszej presji na modernizację sieci elektroenergetycznych oraz ograniczenia nakładów na instalację stacji ładowania w ramach projektów finansowanych ze środków publicznych.

Tabela 8. Szacunkowe dane i struktura pierwszej rejestracji nowych samochodów osobowych w Polsce w latach 2023–2025 oraz w 2030 r.

Rok	Nowe rejestracje w Polsce	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Współczynnik korygujący (%)
		Scenariusz bazowy		Scenariusz ograniczonej aprobaty dla elektryfikacji ( <i>BEV is not cool</i> )		
2023	ICE/LPG	431 650	89,0	436 985	90,1	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	53 350	11,0	48 015	9,9	<b>-10</b>
	Razem	485 000		485 000		
2024	ICE/LPG	429 250	85,0	444 400	88,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	75 750	15,0	60 600	12,0	<b>-20</b>
	Razem	505 000		505 000		
2025	ICE/LPG	416 000	80,0	447 200	86,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	104 000	20,0	72 800	14,0	<b>-30</b>
	Razem	520 000		520 000		
...						
2030	ICE/LPG	406 000	70,0	466 900	80,5	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	174 000	30,0	113 100	19,5	<b>-35</b>
	Razem	580 000		580 000		

Uwaga: w tabeli przedstawiono wariant scenariusza ograniczonej aprobaty dla zelektryfikowania motoryzacji w zestawieniu z danymi dla scenariusza bazowego.

Źródło: opracowanie własne.

### Scenariusz spadku podaży i popytu na samochody osobowe (*lower welfare scenario*)

Główną przesłanką do przygotowania trzeciego scenariusza jest obecna sytuacja gospodarcza na świecie i wynikające z niej zagrożenie znaczną redukcją poziomu konsumpcji w Europie. O rosnącym zagrożeniu spadkiem płacy realnej w krajach Europy

świadczą m.in. dane z Niemiec<sup>1</sup>. W II kw. 2022 r. większość ekspertów w dziedzinie motoryzacji przewidywała, że w kolejnych miesiącach przemysł motoryzacyjny prawdopodobnie pokona istniejące bariery i odzyska zdolność do produkcji samochodów osobowych w liczbie odpowiadającej popytowi, przy zachowaniu jednak zdeformowanej struktury oferty, związanej z relatywnie większym udziałem modeli wyższej klasy niż w minionych latach. Jednocześnie istnieje wiele przesłanek, które wskazują, iż średnio i mniej zamożni konsumenci będą dysponowali znacznie niższym dochodem rozporządzalnym i w związku z tym będą zmuszeni odłożyć zakup nowego samochodu o kilka lat. Może to przynieść spadek popytu na nowe samochody w ogóle, choć popyt na ofertę samochodów elektrycznych skierowaną do lepiej zarabiających konsumentów może utrzymać się na dotychczasowym poziomie lub nawet wzrosnąć.

Kluczowy w tym scenariuszu jest obserwowany obecnie rekordowo wysoki poziom inflacji w połączeniu z niskim wzrostem PKB. Eurostat poinformował, że w marcu 2022 r. inflacja HICP<sup>2</sup> w UE wyniosła 7,8%, w strefie euro zaś 7,4% – i osiągnęła w ten sposób najwyższy poziom od 20 lat. Inflacyjnymi liderami Unii są kraje bałtyckie: Litwa z marcową inflacją na poziomie 15,6% oraz Estonia notująca niewiele niższy wynik – 14,8%. W Czechach inflacja wyniosła 11,9%, w Holandii – 11,7%, a na Łotwie – 11,5%. Polska z wynikiem 10,2% uplasowała się w górnej części stawki, ale daleko za inflacyjnym podium, które okupowaliśmy jeszcze w grudniu 2021 r. Nawet w krajach o najniższej inflacji HICP (Malta – 4,5%, Francja – 5,1%) tempo wzrostu cen dwukrotnie przekroczyło oficjalny cel inflacyjny Europejskiego Banku Centralnego (EBC), tj. 2%. A to wszystko w sytuacji spowolnienia gospodarczego, które towarzyszy nam od czasu covidowych lockdownów. Gdy w 2021 r., dzięki uruchomieniu funduszy europejskich nakierowanych na odbudowę UE, wydawało się, że w gospodarce europejskiej niebawem nastąpi odbicie i wrócimy do wzrostu gospodarczego, 24 lutego 2022 r. Rosja zaatakowała Ukrainę. Wojna w Ukrainie nasiliła wzrost cen surowców, energii i żywności oraz spowodowała, że wielu ekonomistów zaczęło ostrzegać przed stagflacją, czyli wysoką inflacją przy równoczesnym wyhamowaniu wzrostu gospodarczego.

Stagflacja może, choć nie musi wystąpić. Jest to negatywny scenariusz przypominający sytuację z lat 70. XX w. Wśród czynników, które ją wówczas wywołały, wymienia

---

<sup>1</sup> W Niemczech spadek płac realnych wyniósł –1,1% w 2020 r. i był następstwem redukcji płac w okresie lockdownu wprowadzonego podczas pierwszych fal pandemii COVID-19. W 2020 r. był on prawie nieistotny (–0,1%), ale znacznie się pogłębił w I kw. 2022 r. i wyniósł –1,8%. W świetle niepełnych danych można szacować, że spadek płac realnych w Polsce w latach 2020–2022 będzie o wiele głębszy niż w Niemczech.

<sup>2</sup> Harmonised Index of Consumer Prices (HICP) to zharmonizowane wskaźniki cen konsumpcyjnych obliczane przez kraje członkowskie według ujednoliconej metodologii UE. Podstawę do opracowania HICP dla Polski stanowi:

- obserwacja zmian cen reprezentatywnych towarów i usług konsumpcyjnych;
- system wag oparty na strukturze spożycia indywidualnego w sektorze gospodarstw domowych ze statystyki rachunków narodowych sprzed dwóch lat.

się często przede wszystkim kryzysy naftowe i wzrost cen ropy. Niektórzy ekonomiści argumentują jednak, że nie były one tak ważne, jak to się sugeruje. Według nich o stagflacji zdecydowały głównie niewłaściwa polityka monetarna [Barsky, Kilian, 2004] oraz niska produktywność siły roboczej, które nie nadążały za wzrostem płac i stały się przyczyną spirali cenowo-płacowej [Berthold, Grundler, 2013].

Marek Garbicz w rozmowie przeprowadzonej na koniec kwietnia 2022 r. stwierdził, że nie wyklucza scenariusza zagrożenia stagflacją. Wiąże go, po pierwsze, z zaostrożną polityką monetarną nastawioną na zduszenie inflacji, a po drugie – ze wzrostem niepewności i awersją inwestorów do ryzyka, które mogą wyhamować inwestycje i zmniejszyć dopływ kapitału obrotowego. Ekonomista podkreślił, że w minionych latach w Polsce tempo wzrostu wydajności pracy nadążało za wzrostem płac, nie istniało więc niebezpieczeństwo wystąpienia spirali cenowo-płacowej. Wzrost tempa inflacji w II kw. 2022 r. może być impulsem, który zwiększy ryzyko wystąpienia tego zjawiska. W scenariuszu spadku popytu (i tym samym podaży) na samochody osobowe oszacowana liczba pierwszych rejestracji nowych pojazdów w Polsce na lata 2023–2025 została zredukowana, przy jej jednoczesnym zwiększeniu w kontekście 2030 r. Wynika to z przyjęcia założenia, że zjawisko stagflacji zacznie ustępować w II połowie trzeciej dekady XXI w. Skoro w latach 2023–2025, a być może także w dwóch lub trzech kolejnych latach, na rynek w Polsce miałyby trafić mniej nowych pojazdów, to pod koniec tej dekady może nastąpić wzrost popytu. Zostanie on prawdopodobnie w pełni zaspokojony nawet w sytuacji utrzymujących się kłopotów ze zwiększaniem oferty po stronie producentów. Dane dotyczące scenariusza spadku podaży i popytu na samochody osobowe zostały przedstawione w tabeli 9.

Tabela 9. Szacunkowe dane i struktura pierwszej rejestracji nowych samochodów osobowych w Polsce w latach 2023–2025 oraz w 2030 r.

Rok	Nowe rejestracje w Polsce	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Współczynnik korygujący (%)
		Scenariusz bazowy		Scenariusz spadku podaży i popytu ( <i>lower welfare</i> )		
2023	ICE/LPG	431 650	89,0	388 485	89,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	53 350	11,0			
	Razem	485 000				
2024	ICE/LPG	429 250	85,0	364 863	85,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	75 750	15,0			
	Razem	505 000				
				436 500		<b>-10</b>
				429 250		<b>-15</b>

cd. tabeli 9

Rok	Nowe rejestracje w Polsce	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Liczba ogółem	Udział BEV i PHEV (%)	Współczynnik korygujący (%)
		Scenariusz bazowy		Scenariusz spadku podaży i popytu ( <i>lower welfare</i> )		
2025	ICE/LPG	416 000	80,0	374 400	80,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	104 000	20,0	93 600	20,0	
	Razem	520 000		468 000		<b>-10</b>
...						
2030	ICE/LPG	406 000	70,0	487 200	70,0	
	HEV/ <i>soft</i> -HEV					
	BEV/PHEV	174 000	30,0	208 800	30,0	
	Razem	580 000		696 000		<b>+20</b>

Uwaga: w tabeli przedstawiono wariant scenariusza spadku podaży i popytu na samochody osobowe w zestawieniu z danymi dla scenariusza bazowego.

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z tym scenariuszem o liczebności i udziale BEV i PHEV w całej flocie na koniec 2030 r. decydować będzie zachowanie użytkowników pojazdów ICE w trakcie dekady. Z jednej strony administracyjne ograniczanie dostępu do centrów miast dla samochodów spalinyowych, a z drugiej strony bezwzględny i względny wzrost utrzymania samochodów zasilanych paliwami tradycyjnymi mogą spowodować, że znacznie większa część pojazdów zostanie wycofana z eksploatacji w II połowie dekady, niż miało to miejsce przed 2020 r. Scenariusz ten zakłada, że na koniec 2030 r. będzie w Polsce ok. 800 tys. BEV i PHEV, natomiast cała flota ulegnie redukcji o ok. 2 mln pojazdów do poziomu 18 mln sztuk. Udział pojazdów bezemisyjnych wyniesie ok. 4,5%.

### Kalkulacja potencjalnych efektów transformacji energetycznej w scenariuszu bazowym

Przedstawione wyżej trzy scenariusze transformacji energetycznej w motoryzacji indywidualnej umożliwiają przeprowadzenie analiz porównawczych. Tabela 10 zawiera dane na temat liczebności floty bezemisyjnej oraz pozostałych grup pojazdów w Polsce w 2030 r.

W modelu, w którym przyjmuje się najbardziej oszczędne warianty zużycia wtórnych nośników energii w motoryzacji indywidualnej, możliwe jest ustalenie zużycia energii. Przyjmuje się, że w przypadku pojazdów BEV/PHEV jest to 16 kWh energii elektrycznej na 100 km przebiegu, a dla pozostałych pojazdów – 5 litrów oleju napędowego. Przy zastosowaniu przelicznika wartości energetycznej każdego z tych nośni-

ków energii otrzymuje się szacunkowe zużycie energii przez całą flotę samochodów osobowych oraz przez pojazdy zaliczone do poszczególnych grup (tabela 11).

Korzystając z danych zawartych w tabeli 11 można przeprowadzić następującą analizę potencjalnych efektów klimatycznych, które są możliwe do osiągnięcia dzięki realizacji pierwszej fazy transformacji energetycznej motoryzacji indywidualnej w Polsce w perspektywie 2030 r.

W wariantcie bazowym zwiększenie liczebności pojazdów BEV z 40 tys. (i dodatkowo 40 tys. PHEV) do 1 mln spowoduje, że liczba pozostałych samochodów osobowych nie wzrośnie o taką samą liczbę, gdyż zwiększenie całej floty z 19 mln eksploatowanych pojazdów ze średnim przebiegiem 14 tys. km do 20 mln odbędzie się dzięki utrzymaniu liczby pozostałych pojazdów bez zmian, a cały wzrost liczebności będzie dotyczył tylko pojazdów bezemisyjnych. W wariantcie bazowym emisja CO<sub>2</sub> w 2030 r. zostanie utrzymana na poziomie z 2022 r., przy założeniu, którego nie da się zrealizować w praktyce do 2030 r., że pojazdy bezemisyjne będą korzystać wyłącznie z energii elektrycznej wyprodukowanej z OZE. Hipotetyczna redukcja rocznej emisji CO<sub>2</sub> w 2030 r. będzie odpowiadać wyeliminowaniu zużycia 700 mln litrów ON (tj. 59,5 ton tego paliwa). Przy wielkości emisji wynoszącej 2,6 kg CO<sub>2</sub> na 1 liter ON w wariantcie bazowym uda się zredukować roczną emisję o 1,82 mln ton CO<sub>2</sub>. Gdyby flota zwiększyła się w Polsce w 2030 r. do 20 mln pojazdów i obejmowała jedynie pojazdy z silnikami spalinowymi, a więc z wykluczeniem z użytkowania pojazdów bezemisyjnych, to hipotetyczna wielkość emisji osiągnęłaby 36,4 mln ton CO<sub>2</sub>. Osiągnięta redukcja emisji CO<sub>2</sub> związana z wprowadzeniem do eksploatacji 1 mln pojazdów bezemisyjnych pozwoli zatem na obniżenie hipotetycznej emisji CO<sub>2</sub> przez samochody osobowe w Polsce o 5% w 2030 r.

Ten efekt trudno jest wycenić ekonomicznie, tj. jako kwotę denominowaną w PLN.

Wprowadzenie na polski rynek do końca 2030 r. miliona pojazdów bezemisyjnych typu BEV będzie wymagało nakładów inwestycyjnych związanych z zakupem nowych samochodów. Przy założeniu, że średnia wartość takiego pojazdu wynosi 200 tys. PLN, gospodarstwa domowe oraz przedsiębiorstwa kupujące samochody osobowe jako flotę biznesową, muszą wydatkować na ich zakup łącznie ponad 190 mld PLN w ciągu ośmiu lat. W 2030 r. w scenariuszu bazowym przewidziano pierwszą rejestrację 174 tys. BEV/PHEV. W tym roku (2022 r.) wydatki na BEV/PHEV miałyby wynieść 34,8 mld PLN. W 2021 r. na ten cel przeznaczono w Polsce ok. 3,6 mld PLN.

Komentując proces transformacji energetycznej motoryzacji indywidualnej, który trwa już w Europie, w tym w Polsce, trzeba podkreślić, że kapitałochłonne inwestycje oraz wysokie koszty eksploatacji bezemisyjnych samochodów osobowych nie uwzględniają kryterium efektywności ekonomicznej mieszczącej się w rachunku mikroekonomicznym. Wynika to z braku informacji o efektach realizowanych procesów gospodarczych oraz

działaniach konsumentów. Podjęcie takiej analizy będzie możliwe za kilka lat, kiedy dostępne będą dane obrazujące zakończenie pierwszego etapu tych zmagania.

**Tabela 10. Liczebność floty pojazdów bezemisyjnych (BEV/PHEV) oraz pozostałych samochodów osobowych w Polsce – stan na koniec 2021 r. oraz szacunkowe dane dla trzech scenariuszy na 2030 r.**

	Liczba BEV/PHEV (mln)		
	Bazowy (I wariant)	<i>BEV is not cool</i>	<i>Lower welfare</i>
2021	0,08		
2030	1,00	0,70	0,80
	Liczba pozostałych (mln)		
	Bazowy (I wariant)	<i>BEV is not cool</i>	<i>Lower welfare</i>
2021	19,00		
2030	19,00	19,30	17,20

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 11. Hipotetyczne roczne zużycie energii elektrycznej oraz oleju napędowego (ON) przez flotę samochodów osobowych – szacunkowe dane dla 2022 r. oraz trzech scenariuszy na 2030 r.**

	Roczne zużycie energii elektrycznej BEV/PHEV (kWh)		
	Bazowy (I wariant)	<i>BEV is not cool</i>	<i>Lower welfare</i>
2021	179 200 000		
2030	2 240 000 000	1 568 000 000	1 792 000 000
	Roczne zużycie ON przez pozostałe pojazdy (t)		
	Bazowy (I wariant)	<i>BEV is not cool</i>	<i>Lower welfare</i>
2021	1 130 500 000		
2030	1 130 500 000	1 148 350 000	1 023 400 000

Źródło: opracowanie własne.

## Podsumowanie

Na podstawie rozważań przedstawionych w opracowaniu można sformułować kilka najważniejszych wniosków i rekomendacji dla władzy publicznej i przemysłu motoryzacyjnego.

- 1) Cele polityk publicznych – ekologicznej (nakierowanej na ograniczenie obciążenia środowiska naturalnego zanieczyszczeniami, hałasem i drganiami mającymi swoje źródło w motoryzacji) oraz klimatyczno-energetycznej (nakierowanej na ogra-



niczenie emisji gazów cieplarnianych, w tym przede wszystkim CO<sub>2</sub>, mających swoje źródło w silnikach spalinowych bądź w piecach pracujących w tradycyjnych elektrowniach, z których pochodzi energia elektryczna trafiająca do baterii zainstalowanych w samochodach z silnikami elektrycznymi) – mogą zostać najszybciej osiągnięte w Polsce, jeśli przyspieszony zostanie proces wprowadzania do eksploatacji samochodów nowych generacji i wycofywania z użytku starych aut z dużym przebiegiem. Władze publiczne powinny zachęcać konsumentów do kupowania nowych samochodów, które spełniają wyższe normy ekologiczne niż pojazdy starszych generacji. To wsparcie będzie szczególnie potrzebne, jeśli w wyniku pogorszenia koniunktury gospodarczej spadnie skłonność konsumentów do zakupu nowych pojazdów spośród najtańszych modeli samochodów zarówno bezemisyjnych (BEV i FCEV), jak i emisyjnych (ICE, PHEV i HEV). Pożądanym działaniem wspomagającym ten proces powinno być ograniczanie importu samochodów używanych.

- 2) Promowanie sprzedaży pojazdów bateryjnych (BEV) jest racjonalne jedynie w szczególnych przypadkach. Tak długo jak baterie w tych samochodach będą zasilane energią elektryczną pochodzącą ze źródeł emisyjnych, które dominują w Polsce i będą dominować w systemie elektroenergetycznym przez kolejne lata, zastępowanie pojazdów emisyjnych samochodami BEV w bardzo niewielkim stopniu przyczyni się do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w motoryzacji indywidualnej. Co najmniej do 2030 r. nie ma uzasadnienia, aby w Polsce przyspieszać tempo rozbudowy sieci publicznych stacji ładowania, jeśli jest do nich dystrybuowana energia elektryczna wytwarzana przy wykorzystaniu technologii emisyjnych.
- 3) Szczególnie zasadne jest promowanie zakupu i eksploatacji samochodów bateryjnych (BEV), jeśli mają być użytkowane przez gospodarstwa domowe dysponujące własnym źródłem bezemisyjnego generowania energii elektrycznej (instalacją fotowoltaiczną) oraz możliwością jej lokalnego magazynowania.
- 4) Władza publiczna szczebla krajowego powinna zdywersyfikować politykę publiczną prowadzoną w zakresie rozwoju motoryzacji indywidualnej w dużych miastach oraz w pozostałych regionach kraju. Władze samorządowe w dużych miastach powinny dysponować swobodą w kształtowaniu systemu obsługi potrzeb mobilności swoich mieszkańców i przybyszów. Prowadzenie przez władze krajowe polityki zmierzającej do ograniczania użytkowania emisyjnych samochodów osobowych (ICE, HEV i PHEV) nie może doprowadzić do pogłębienia wykluczenia komunikacyjnego ludności zamieszkującej regiony o niższym poziomie rozwoju gospodarczego i dysponującej ograniczonym dostępem do oferty operatorów zorganizowanej komunikacji publicznej.

- 5) Producenci samochodów osobowych oraz współpracujący z nimi dealerzy powinni być administracyjnie mobilizowani oraz komercyjnie premiovani przez władze publiczne za zapewnienie serwisu samochodów użytkowanych przez wiele lat, tak aby utrzymać ich stan techniczny na poziomie niezbędnym do wyeliminowania emisji ponadnormatywnych ilości zanieczyszczeń oraz CO<sub>2</sub>.

\* \* \*

Zespół Instytutu Infrastruktury, Transportu i Mobilności dziękuje Jakubowi Farysowi, Prezesowi Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego, oraz Pawłowi Orzechowskiemu, Marcinowi Witaszkowi i Markowi Wolfigielowi – pracownikom PZPM, za przekazane dane, informacje i wyjaśnienia, które zostały wykorzystane podczas prac nad raportem.

Podziękowania kierujemy także do Pawła Widła, dyrektora Stellantis, oraz Tomasz Sudeja i redaktora Krzysztofa Rybarskiego, którzy współuczestniczyli w pracach nad przygotowaniem raportu.

Szczególne podziękowania przekazujemy też recenzentowi tego opracowania dr. hab. Tomaszowi Rokickiemu, prof. SGGW, którego uwagi pozwoliły na wzbogacenie treści i skorygowanie niedociągnięć.

## Bibliografia

Barsky, R.B., Kilian, L. (2004). Oil and the Macroeconomy since the 1970s, *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), s. 115–134.

Bayart, C., Havet, N., Bonnel, P., Bouzouina, L. (2020). Young People and the Private Car: A Love-Hate Relationship, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 80, s. 102235.

Becker, H., Ciari, F., Axhausen, K.W. (2017). Modeling Free-Floating Car-Sharing Use in Switzerland: A Spatial Regression and Conditional Logit Approach, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 81, s. 286–299.

Bericht (2022). *Deutsche Hersteller produzieren 700.000 Autos weniger*, <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/industrie-bericht-deutsche-hersteller-produzieren-700-000-autos-weniger/28293566.html> (dostęp: 1.05.2022).

Berthold, N., Gründler, K. (2013). The Determinants of Stagflation in a Panel of Countries, *Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge*, 117.

Bienias, K., Kowalska-Pyzalska, A., Ramsey, D. (2020). What Do People Think about Electric Vehicles? An Initial Study of the Opinions of Car Purchasers in Poland, *Energy Reports*, 6, s. 267–273.

Borck, R., Pflüger, M. (2019). Green Cities? Urbanization, Trade, and the Environment, *Journal of Regional Science*, 59(4), s. 743–766.

Borck, R., Tabuchi, T. (2019). Pollution and City Size: Can Cities Be Too Small?, *Journal of Economic Geography*, 19(5), s. 995–1020.

- Britannica (2021). *Tesla Motors*, <https://www.britannica.com/topic/Tesla-Motors> (dostęp: 27.12.2021).
- Cecere, G., Corrocher, N., Guerzoni, M. (2018). Price or Performance? A Probabilistic Choice Analysis of the Intention to Buy Electric Vehicles in European Countries, *Energy Policy*, 118, s. 19–32.
- Coad, A., De Haan, P., Woersdorfer, J.S. (2009). Consumer Support for Environmental Policies: An Application to Purchases of Green Cars, *Ecological Economics*, 68(7), s. 2078–2086.
- Cohen, B. (2015). *The 3 Generations of Smart Cities. Inside the Development of the Technology-Driven City*, <http://www.fastcoexist.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities> (dostęp: 30.03.2022).
- De Vos, J., Alemi, F. (2020). Are Young Adults Car-Loving Urbanites? Comparing Young and Older Adults' Residential Location Choice, Travel Behavior and Attitudes, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, s. 986–998.
- EEA (2020). *Greenhouse Gas Emissions from Transport in Europe*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12> (dostęp: 30.04.2022).
- Eren, E., Uz, V.E. (2020). A Review on Bike-Sharing: The Factors Affecting Bike-Sharing Demand, *Sustainable Cities and Society*, 54, s. 101882.
- Gajewski, J.M., Paprocki, W., Pieriegud, J. (red.). (2017). *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*. Sopot: Centrum Myśli Strategicznych.
- Gajewski, J.M., Paprocki, W., Pieriegud, J. (2018). *Mobilność w aglomeracjach przyszłości*. Sopot: Centrum Myśli Strategicznych.
- Gajewski, J.M., Paprocki, W., Pieriegud, J. (red.). (2019). *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*. Warszawa: CeDeWu.
- Gallagher, K.S., Muehlegger, E. (2011). Giving Green to Get Green? Incentives and Consumer Adoption of Hybrid Vehicle Technology, *Journal of Environmental Economics and Management*, 61(1), s. 1–15.
- Geels, F.W. (2012). A Socio-Technical Analysis of Low-Carbon Transitions: Introducing the Multi-Level Perspective into Transport Studies, *Journal of Transport Geography*, 24, s. 471–482.
- Geels, F.W., Schwanen, T., Sorrell, S., Jenkins, K., Sovacool, B.K. (2018). Reducing Energy Demand through Low Carbon Innovation: A Sociotechnical Transitions Perspective and Thirteen Research Debates, *Energy Research and Social Science*, 40, s. 23–35.
- Gis, M. (2022). *Kupujemy coraz starsze samochody*, [www.moto.rp.pl](http://www.moto.rp.pl) (dostęp: 26.05.2022).
- Heffner, R.R., Kurani, K.S., Turrentine, T.S. (2007). Symbolism in California's Early Market for Hybrid Electric Vehicles, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(6), s. 396–413.
- Huang, Y., Qian, L., Soopramanien, D., Tyfield, D. (2021). Buy, Lease, or Share? Consumer Preferences for Innovative Business Models in the Market for Electric Vehicles, *Technological Forecasting and Social Change*, 166, s. 120639.
- Hubik, F. (2022). *Autoindustrie A-Klasse EQV oder CLA Coupe – Daimler rüstet die Massenmodelle für hochautomatisiertes Fahren auf*, <https://www.handelsblatt.com> (dostęp: 20.01.2022).
- InsightOut Lab (2021). *Raport: „Zaczęłem rozważać zakup auta elektrycznego, bo...” – co trzeci ankietowany wskazuje na przejażdżkę samochodem elektrycznym*, <https://insightoutlab.com/raport-zaczalem-rozwazac-zakup-auta-elektrycznego-bo-co-trzeci-ankietowany-wskazuje-na-przejazdke-samochodem-elektrycznym/> (dostęp: 30.04.2022).

Kahn, M.E. (2007). Do Greens Drive Hummers or Hybrids? Environmental Ideology as a Determinant of Consumer Choice, *Journal of Environmental Economics and Management*, 54(2), s. 129–145.

Kaplan, S., Blockbuster, B. (2019). *Leadership Competencies for Disruptive Innovation*, <https://www.amanet.org/articles/leadership-competencies-for-disruptive-innovation/> (dostęp: 15.03.2022).

Klesty, V. (2022). *Electric Cars Hit 65% of Norway Sales as Tesla Grabs Overall Pole*, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/electric-cars-take-two-thirds-norway-car-market-led-by-tesla-2022-01-03/> (dostęp: 6.01.2022).

Kononiuk, A. (2012). Metoda scenariuszowa w antycypowaniu przyszłości, *Organizacja i Kierowanie*, 2(151), s. 33–48.

Kyriakopoulou, E., Picard, P.M. (2021). On the Design of Sustainable Cities: Local Traffic Pollution and Urban Structure, *Journal of Environmental Economics and Management*, 107, s. 102443.

Li, H., Zhang, Y., Ding, H., Ren, G. (2019). Effects of Dockless Bike-Sharing Systems on the Usage of the London Cycle Hire, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, s. 398–411.

Liao, F., Molin, E., Wee, van B. (2017). Consumer Preferences for Electric Vehicles: A Literature Review, *Transport Reviews*, 37(3), s. 252–275.

McKinsey (2021). *Why the Automotive Future Is Electric. Mainstream EVs Will Transform the Automotive Industry and Help Decarbonize the Planet*. McKinsey Center for Future Mobility.

Meelen, T., Frenken, K., Hobrunk, S. (2019). Weak Spots for Car-Sharing in The Netherlands? The Geography of Socio-Technical Regimes and the Adoption of Niche Innovations, *Energy Research and Social Science*, 52, s. 132–143.

Millard-Ball, A. (2005). *Car-Sharing: Where and How It Succeeds. TCRP Report 108*. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Transportation Research Board.

Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities, *Smart Cities*, 4(1), s. 93–111.

OECD (2022). *The Short and Winding Road to 2030*. Paris: OECD Publishing.

Paoli, L., Gül, T. (2022). *Electric Cars Fend Off Supply Challenges to More than Double Global Sales*, <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales> (dostęp: 30.01.2022).

Paprocki, W. (2017). Modele biznesowe e-mobilności, *Nowa Energia*, 3, s. 48–52.

Patt, A., Aplyn, D., Weyrich, P., Vliet, van O. (2019). Availability of Private Charging Infrastructure Influences Readiness to Buy Electric Cars, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 125, s. 1–7.

Pistelok, P., Štraub, D. (2022). It Is Time to Get Virtual: Limitations of Shared E-Scooter Mobility Points, Case Study in Cracow (Poland), *Geografie*, 127(1), s. 1–29.

Ricci, M. (2015). Bike Sharing: A Review of Evidence on Impacts and Processes of Implementation and Operation, *Research in Transportation Business and Management*, 15, s. 28–38.

Rokicki, T., Bórawski, P., Bełdycka-Bórawska, A., Żak, A., Koszela, G. (2022). Development of Electromobility in European Union Countries under COVID-19 Conditions, *Energies*, 15, s. 9.

Rommel, K., Sagebiel, J. (2021). Are Consumer Preferences for Attributes of Alternative Vehicles Sufficiently Accounted for in Current Policies?, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, s. 100385.

Ruciński, A., Madej, K. (2014). Metoda scenariuszowa w badaniach rozwoju transportu lotniczego do roku 2030, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka*, 52, s. 73–95.

Si, H., Shi, J.G., Wu, G., Chen, J., Zhao, X. (2019). Mapping the Bike Sharing Research Published from 2010 to 2018: A Scientometric Review, *Journal of Cleaner Production*, 213, s. 415–427.

Stauch, A. (2021). Does Solar Power Add Value to Electric Vehicles? An Investigation of Car-Buyers' Willingness to Buy Product-Bundles in Germany, *Energy Research and Social Science*, 75, s. 102006.

Thøgersen, J., Ebsen, J.V. (2019). Perceptual and Motivational Reasons for the Low Adoption of Electric Cars in Denmark, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 65, s. 89–106.

Top Gear (2022). *Top Gear's Top 20 Electric Cars*, <https://www.topgear.com/car-news/electric/top-gears-top-20-electric-cars> (dostęp: 30.04.2022).

UN (2018). *68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, Says UN*, <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (dostęp: 30.04.2022).

Vöpel, H. (2020). *Disruption. Neuvermessung einer verrückten Welt*. Norderstedt: BoD-Books on Demand.

Wicki, M., Brückmann, G., Quoss, F., Bernauer, T. (2022). What Do We Really Know about the Acceptance of Battery Electric Vehicles? – Turns Out, Not Much, *Transport Reviews*, 42(1), s. 1–26.

Zandt, F. (2022). *Tesla rast über die Profit-Ziellinie*, <https://de.statista.com/infografik/26714/> (dostęp: 28.01.2022).

Zwick, D. (2022). *Aus für Gründen zweifeln die Deutschen am Elektroauto*, [www.welt.de](http://www.welt.de) (dostęp: 27.04.2022).