

Ekonomia

Znaczenie wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym dla rozwoju gospodarki niskoemisyjnej Unii Europejskiej

Urszula Motowidlak



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

**Znaczenie wykorzystania paliw
alternatywnych w transporcie
samochodowym dla rozwoju
gospodarki niskoemisyjnej
Unii Europejskiej**



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

Ekonomia

Znaczenie wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym dla rozwoju gospodarki niskoemisyjnej Unii Europejskiej

Urszula Motowidlak



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2016

Urszula Motowidlak – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
Zakład Logistyki, 90-214 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r. nr 37/39

RECENZENCI

Elżbieta Załoga, Bazyli Poskrobko

REDAKTOR INICJUJĄCY

Monika Borowczyk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Ewa Siwińska

SKŁAD I ŁAMANIE

Munda – Maciej Torz

PROJEKT OKŁADKI

Stämpfli Polska Sp. z o.o.

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © Shutterstock.com

© Copyright by Urszula Motowidlak, Łódź 2016

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2016

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.07445.16.0.M

Ark. wyd. 25,0; ark. druk. 24,75

ISBN 978-83-8088-273-7

e-ISBN 978-83-8088-274-4

<https://doi.org/10.18778/8088-273-7>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. (42) 665 58 63

Spis treści

Wykaz używanych skrótów	9
Wstęp	13
Rozdział 1.	
Gospodarowanie energią jako przedmiot badań ekonomicznych	21
1.1. Wprowadzenie	21
1.2. Istota racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi	23
1.3. Przyrodnicze i fizyczne aspekty funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych	36
1.4. Globalny wymiar przyrodniczych barier rozwoju społeczno-gospodarczego	52
1.5. Koncepcja kapitału naturalnego w rozwoju zrównoważonym	67
1.6. Podsumowanie	77
Rozdział 2.	
Teoretyczne i pragmatyczne aspekty rozwoju gospodarki niskoemisyjnej	79
2.1. Wprowadzenie	79
2.2. Teoretyczne ujęcie gospodarki niskoemisyjnej	83
2.3. Przestanki rozwoju gospodarki niskoemisyjnej	90
2.3.1. Zmiany klimatyczne	90
2.3.2. Zmiany popytu na surowce energetyczne	101
2.4. Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej w dokumentach Unii Europejskiej	109
2.5. Uwarunkowania i założenia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce	119
2.6. Podsumowanie	128

Rozdział 3.

Kształtowanie potrzeb energetycznych transportu samochodowego w Unii Europejskiej z perspektywy rozwoju gospodarki niskoemisyjnej **131**

3.1. Wprowadzenie	131
3.2. Kierunki działań na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego	133
3.2.1. Identyfikacja obszarów dekarbonizacji transportu	133
3.2.2. Paliwa alternatywne jako niskoemisyjne źródła energii dla pojazdów samochodowych	142
3.3. Trendy rozwojowe implikujące potrzeby energetyczne transportu	162
3.4. Analiza potrzeb energetycznych transportu samochodowego w warunkach gospodarki globalnej	178
3.4.1. Rozwój transportu samochodowego	178
3.4.2. Zmiany potrzeb energetycznych transportu samochodowego	206
3.5. Podsumowanie	227

Rozdział 4.

Kierunki rozwoju rynku paliw alternatywnych dla niskoemisyjnego transportu samochodowego w Unii Europejskiej **231**

4.1. Wprowadzenie	231
4.2. Strategia wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym	233
4.3. Mechanizmy wsparcia wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym	251
4.4. Ocena rozwoju rynków głównych paliw alternatywnych dla transportu samochodowego	274
4.4.1. Rynek biopaliw	274
4.4.2. Rynek paliw gazowych CNG i LNG	285
4.4.3. Rozwój elektromobilności	297
4.5. Podsumowanie	313

Rozdział 5.

Modelowanie efektów wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym na przykładzie Polski **315**

5.1. Wprowadzenie	315
5.2. Jakościowy model funkcjonowania transportu samochodowego	317
5.3. Zasady wykorzystania jakościowego modelu transportu samochodowego	323

5.4. Szacowanie efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce	328
5.4.1. Uzasadnienie założeń	328
5.4.2. Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych	335
5.4.3. Analiza wrażliwości efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych	339
5.5. Podsumowanie	345
Zakończenie	349
Bibliografia	355
The impact of alternative fuels' usage in road transport on the development of low-carbon emission economy in the European Union (Summary)	385
Der Einfluß der Verwendung von alternativen Kraftstoffen im Straßentransport auf die Entwicklung der kohlenstoffarmen Wirtschaft der Europäischen Union (Zusammenfassen)	387
Spis tabel	389
Spis rysunków	391
Od Redakcji	395

Wykaz używanych skrótów

AEF	Aviation Environment Federation, Federacja na Rzecz Promowania Lotnictwa Przyjaznego Środowisku
ACEEE	American Council for an Energy-Efficient Economy, Amerykańska Rada na Rzecz Promowania Gospodarki Energooszczędnej
ACER	Agency for Cooperation of Energy Regulators, Agencja do Spraw Współpracy Organów Regulacji Energetyki
AP	Annual Work Programme, Roczny Program Prac
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation, Układ o Współpracy Gospodarczej Azji i Rejonu Pacyfiku
BAT	Best Available Techniques, Najlepsze Dostępne Techniki
BAU	Business as Usual, scenariusz opisujący najbardziej prawdopodobną sytuację przy braku jakichkolwiek decyzji i zmian
BEV	Battery Electric Vehicle, samochód z napędem elektrycznym wyposażony tylko w jedno źródło energii
BTL	Biomass to Liquid, ciekłe paliwa syntetyczne powstające w wyniku przetwarzania biomasy drzewnej
C	Cel główny, zakładający budowę niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce poprzez wykorzystanie paliw alternatywnych
C _R	Cel częściowy, zakładający poprawę konkurencyjności transportu samochodowego w Polsce
C _E	Cel częściowy, zakładający ograniczenie emisji CO ₂ , pochodzących z transportu samochodowego w Polsce
C _B	Cel częściowy, zakładający zapewnienie bezpieczeństwa paliw transportowych w Polsce
C _S	Cel częściowy, zakładający realizację kategorii społecznych w Polsce
CAFE	Clean Air for Europe, Program „Czyste powietrze dla Europy”
CEF	Connecting Europe Facility, Fundusz „Łącząc Europę”
CDO	Działania na rzecz zapewnienia ciągłości dostaw paliw alternatywnych

CNG	Compressed Natural Gas, gaz ziemny w postaci sprężonej
CO	Carbon Monoxide, tlenek węgla
COP	Conference of Parties, Konferencja Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu
CO ₂	Carbon Dioxide, dwutlenek węgla
CSR	Corporate Social Responsibility, Społeczna Odpowiedzialność Biznesu
CTA	Capital Theory Approach, Podejście analityczne z wykorzystaniem teorii kapitału
CTL	Coal to Liquid, ciekłe paliwa syntetyczne powstające w wyniku przetwarzania węgla kamiennego
EEA	European Environmental Agency, Europejska Agencja Środowiska
EFE	Działania na rzecz zapewnienia efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych
EFTA	European Free Trade Association, Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu
EIA	Energy Information Administration, Agencja Informacji Energetycznej
EIB	European Investment Bank, Europejski Bank Inwestycyjny
EPA	Environment Pollution Agency, Agencja Ochrony Środowiska
EU ETS	The European Union's Emissions Trading System, Europejski System Handlu Emisjami
EUR	Euro (waluta)
EV	Electric Vehicle, pojazd z napędem elektrycznym
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organizacja Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa
FCV	Fuel Cell Vehicle, pojazd z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem
FFV	Flexible Fuel Vehicle, pojazd samochodowy z systemem wielopaliwowym
GHG	Greenhouse Gases, gazy cieplarniane
GTL	Gas to Liquid, ciekłe paliwa syntetyczne powstające w wyniku przetwarzania gazu ziemnego
GIC	Green Investment Scheme, System Zielonych Inwestycji
GPP	Green Public Procurement, Zielone Zamówienia Publiczne
HDI	Human Development Index, wskaźnik rozwoju społecznego
HDV	Heavy Duty Vehicle, ciężki pojazd samochodowy
HEV	Hybrid Electric Vehicle, pojazd hybrydowy, który posiada dwa współpracujące ze sobą silniki, tj. spalinowy i elektryczny
H2G	Home to Grid, koncepcja rozwoju sieci inteligentnej poprzez włączanie inteligentnych sieci domowych
IEA	International Energy Agency, Międzynarodowa Agencja Energetyczna

IAEA	International Atomic Energy Agency, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej
IMF	International Monetary Fund, Międzynarodowy Fundusz Walutowy
INF	Działania na rzecz rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych
IPPC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Międzyrządowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu
IRENA	International Renewable Energy Agency, Międzynarodowa Agencja Energii Odnawialnej
KE	Komisja Europejska
KIB	Krajowa Izba Biopaliw
LEDS	Low-Emission Development Strategies, strategie rozwoju niskoemisyjnego
LCA	Life Cycle Assessment, metodyka oceny cyklu życia
L-CNG	Stacje tankowania gazu ziemnego w postaci skroplonej (LNG) i sprężonej (CNG)
LDV	Light Duty Vehicle, lekki pojazd dostawczy
LNG	Liquefied Natural Gas, gaz ziemny w postaci skroplonej
LPG	Liquefied Petroleum Gas, skroplony gaz ropopochodny
MAP	Multi-Annual Work Programme, Wieloletni Program Prac
NAFTA	North American Free Trade Agreement, Strefa Wolnego Handlu Ameryki Północnej
NCW	Narodowy cel wskaźnikowy
NGV	Natural Gas Vehicle, pojazd zasilany gazem ziemnym
NGVA	Natural Gas Vehicles Association, Stowarzyszenie Użytkowników Pojazdów Zasilanych Gazem Ziemnym
NMHC	Nonmethane Hydrocarbon, węglowodory niemetanowe
NO _x	Nitric Oxides, tlenki azotu
NPRGN	Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development, Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
OKL	Działania w ramach polityki ochrony klimatu
OZE	Odnawialne źródła energii
PAL	Paliwa alternatywne
PE	Parlament Europejski
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle, pojazd samochodowy z napędem elektrycznym wyposażony w dwa źródła zasilania, z możliwością ładowania akumulatora z sieci elektrycznej
PKB	Produkt Krajowy Brutto
PLN	Złoty (waluta)

PM	Atmospheric Particulate Matter, cząstki pyłu atmosferycznego
POIG	Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka
POLiŚ	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko
POIR	Program Operacyjny Inteligentny Rozwój
PPP	Purchasing Power Parity, Parytet siły nabywczej
PRO	Działania na rzecz promowania stosowania paliw alternatywnych
RPA	Działania na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek
SEEA	System of Environmental-Economic Accounts, System rachunkowości środowiskowo-gospodarczej
UE	Unia Europejska (obejmująca 28 państw członkowskich)
UE-13	13 państw, które weszły w skład Unii Europejskiej po 1 maja 2004 r.
UE-15	15 państw wchodzących w skład Unii Europejskiej przed 1 maja 2004 r.
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change, Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu
USD	Dolar amerykański (waluta)
TEN-E	Trans-European Energy Network, transeuropejska sieć energetyczna
TEN-T	Trans-European Transport Network, transeuropejska sieć transportowa
TPES	Total Primary Energy Supply, Globalna Podaż Energii Pierwotnej
TTW	<i>Tank to Wheel</i> , etap analizy LCA, obejmujący emisje związane z użytkowaniem pojazdu, tj. od zbiornika do koła pojazdu
UKOOG	UK Onshore Operators Group, Zrzeszenie Operatorów Przemysłowych Branży Naftowo-Gazowej Wielkiej Brytanii
V2G	Vehicle to Grid, koncepcja zakładająca, że pojazdy elektryczne mogą nie tylko pobierać energię z sieci elektrycznej, ale także ją oddawać
WEC	World Energy Council, Światowa Rada Energetyczna
WTO	World Trade Organisation, Światowa Organizacja Handlu
WTT	<i>Well to Tank</i> , etap analizy w cyklu życia produktu, obejmujący emisje od źródła (nośnika) energii do zbiornika (paliwa)
WTW	<i>Well to Wheel</i> , analiza obejmująca całkowite emisje w cyklu życia produktu
WWF	World Wide Fund for Nature, Światowy Fundusz na Rzecz Przyrody
ZEW	Czynniki zewnętrzne

Wstęp

Degradacja środowiska naturalnego jest aktualnie jedną z najbardziej istotnych barier rozwoju cywilizacyjnego świata. Jego ochrona wymaga zmian wzorców konsumpcji, a także aktywności gospodarczej i społecznej. Konieczność tych zmian wynika głównie z intensywnej eksploatacji zasobów naturalnych i jej negatywnych skutków dla środowiska. Transformacja modeli gospodarczych w kierunku efektywnego wykorzystania tych zasobów i obniżenia emisji gazów cieplarnianych stanowi jedno z podstawowych wyzwań cywilizacyjnych. W obliczu powszechnej zgody co do tego, że klimat się ociepla, podjęcie skoordynowanych działań w skali światowej jest konieczne, aby zapobiec groźnemu w skutkach globalnemu efektowi cieplarnianemu¹.

Globalizacja gospodarki jest wieloaspektowym procesem we współczesnym świecie. Racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi powinno opierać się na spójnych strategiach rozwoju o zasięgu globalnym, dążących do osiągnięcia równowagi w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym. Wypracowanie wspólnych celów i kierunków działań oraz uzyskanie zgody wszystkich państw na ich podjęcie jest jednak bardzo złożonym procesem, który wymaga pogodzenia odmiennych, a niekiedy wręcz sprzecznych ze sobą narodowych strategii rozwoju. Przykładem takich globalnych działań są m.in. negocjacje toczące się w ramach Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu (ang. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) czy też regulacje wynikające z przyjętych przez Unię Europejską (UE) pakietów klimatyczno-energetycznych, mających na celu przeciwdziałanie zmianom klimatycznym.

1 Mimo powszechnej zgody co do występowania zjawiska ocieplania klimatu nie ma zgody co do poglądów w postrzeganiu przyczyn tego zjawiska.

Realizacja zobowiązań dotyczących redukcji emisji dwutlenku węgla (CO_2) ma służyć poprawie klimatu przy jednoczesnym zapewnieniu konkurencyjności gospodarek państw członkowskich UE oraz ich bezpieczeństwa energetycznego. Do realizacji tych zobowiązań prowadzi rozwój gospodarki niskoemisyjnej, która opiera się na wykorzystaniu nowych zasobooszczędnych i niskoemisyjnych technologii wytwarzania i konsumpcji energii, postrzeganych jako zasadnicze czynniki długookresowego rozwoju gospodarczego UE.

Koncepcja rozwoju gospodarki niskoemisyjnej jest ukierunkowana na tworzenie globalnego ładu klimatycznego, działania służące temu tworzeniu mają pozostawać w ścisłej zależności ze wzrostem poziomu wartości wytworzonych w gospodarce dóbr i usług, będących podstawową miarą rozwoju gospodarczego. Rozwój ten musi mieć charakter zrównoważony, co oznacza, że jego efekty powinny uwzględniać realizację celów gospodarczych, środowiskowych i społecznych. Obecnie w UE priorytetowym obszarem rozwoju gospodarki niskoemisyjnej jest sektor energetyczny, w którym tkwi duży potencjał ograniczania emisji gazów cieplarnianych.

Z punktu widzenia ograniczania emisji gazów cieplarnianych istotny jest także transport, który odgrywa znaczącą rolę w procesach przemian społeczno-gospodarczych w UE, pozostając jednocześnie pod dużym wpływem globalnych trendów rozwojowych. Trendy te determinują wzrost zapotrzebowania transportu na surowce ropopochodne, a jego skalę potęgują silne preferencje dla transportu samochodowego zarówno w przewozach osób, jak i ładunków. Aktualnie brakuje realnej możliwości zastąpienia tych surowców, co nie sprzyja rozwojowi transportu niskoemisyjnego. Czynnikiem stwarzającym i wspierającym tę możliwość, zwłaszcza w dłuższej perspektywie czasowej, może stać się wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie. Jednak rozwój rynku paliw alternatywnych wymaga budowy odpowiedniej infrastruktury oraz zwiększenia liczby pojazdów z alternatywnymi systemami napędu. Wobec wysokich kosztów tych przedsięwzięć nadal większość aktualnie dostępnych rozwiązań alternatywnych nie może konkurować z rozwiązaniami konwencjonalnymi pod względem ceny.

Rozwój rynku paliw alternatywnych jest hamowany nie tylko przez wysokie koszty innowacyjnych zastosowań substytutów ropy naftowej czy brak odpowiedniej infrastruktury, ale także przez brak wystarczającej akceptacji ze strony konsumentów. Również wśród przedstawicieli nauki, polityki i biznesu trwają dyskusje poddające w wątpliwość zasadność stosowania na szeroką skalę paliw alternatywnych w aspekcie dekarbonizacji transportu i zmniejszenia jego zależności od ropy naftowej. Dyskusje te nie doprowadziły dotychczas do przełomu w postrzeganiu roli tych paliw w rozwoju niskoemisyjnego transportu i gospodarki niskoemisyjnej. W związku z tym istnieje potrzeba kontynuowania dalszych badań

zarówno na poziomie unijnym, jak i krajowym, pozwalających ocenić wpływ stosowania alternatywnych źródeł energii na proces dekarbonizacji transportu i możliwość równoważenia celów gospodarczych, środowiskowych i społecznych.

Przedmiotem rozprawy jest badanie potrzeb energetycznych transportu samochodowego UE (obejmującej 28 państw członkowskich) w zakresie możliwości wykorzystania paliw alternatywnych do rozwoju transportu niskoemisyjnego, co jest jednym z dostępnych rozwiązań o dużym potencjale, wzmacniającym ten rozwój.

Ze względu na zróżnicowany zakres stosowania paliw alternatywnych w państwach członkowskich UE i różne perspektywy jego zwiększenia, co jest pochodną głównie różnic w rozwoju infrastruktury tych paliw, stopnia rozwoju motoryzacji, struktury wiekowej używanych samochodów oraz zamożności tych państw, przedmiotem pogłębionego badania stał się transport samochodowy Polski. Znaczny jest bowiem potencjał rozwoju transportu niskoemisyjnego w naszym kraju, co wynika np. ze stosunkowo dużej liczby samochodów zaawansowanych wiekowo, wysokiego udziału używanych pojazdów samochodowych w transakcjach kupna oraz znacznego potencjału produkcji biopaliw.

Celem rozprawy jest identyfikacja zależności zachodzących między wykorzystaniem paliw alternatywnych a rozwojem gospodarki niskoemisyjnej i wskazanie efektów zastosowania tych paliw w transporcie samochodowym w Polsce. Efekty te postrzegane są zarówno w kategorii wyniku całościowego, jak i wyników częściowych. Uzyskanie wyniku całościowego oznacza wyznaczenie stopnia, w jakim stosowanie paliw alternatywnych wpłynie na rozwój gospodarki niskoemisyjnej, tj. realizację celu łącznego. Z kolei wyniki częściowe stanowią odpowiedź na pytanie o stopień, w jakim do tego rozwoju przyczyni się realizacja celów częściowych, zakładających poprawę konkurencyjności transportu samochodowego (cel rynkowy), ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z tego transportu (cel środowiskowy), zapewnienie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (cel bezpieczeństwo dostaw) i realizację kategorii społecznych (cel społeczny).

Koncentracja badań na poszukiwaniu związków między strategią rozwoju gospodarki niskoemisyjnej a kierunkami zmian popytu na paliwa w transporcie samochodowym zdeterminowała główną hipotezę badawczą rozprawy, która brzmi: wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym przyczynia się do rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w UE i Polsce, zapewniając przy tym realizację celów strategii rozwoju zrównoważonego. Efekty części zrealizowanych działań, podejmowanych na rzecz wykorzystania tych paliw, ulegają wzajemnej kompensacie, co zmniejsza efektywność rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce.

Cel rozprawy determinuje również, oprócz hipotezy głównej, pięć pomocniczych hipotez badawczych. Hipotezy te dotyczą podstawowych ogólnych zależności przyczynowo-skutkowych, które mogą się okazać istotne z punktu widzenia realizacji tego celu. Hipotezy pomocnicze zostały zweryfikowane w pięciu kolejnych rozdziałach rozprawy. Sprawdzenie ich prawdziwości umożliwiło budowę ilościowego modelu transportu samochodowego Polski i wskazało kierunki jego wykorzystania.

Sformułowane hipotezy pomocnicze brzmią:

1. Rozwój gospodarki niskoemisyjnej jest wyrazem realizacji założeń zasady racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi i istotnym instrumentem spełnienia założeń strategii rozwoju zrównoważonego w skali globalnej.
2. Realizacja koncepcji gospodarki niskoemisyjnej w transporcie jest niezbędna do przeprowadzenia transformacji gospodarki UE i Polski w kierunku efektywnego wykorzystania źródeł energii i obniżenia emisji gazów cieplarnianych.
3. Wobec dużego i rosnącego znaczenia transportu samochodowego w gospodarce UE i Polski oraz wzrostu jego potrzeb paliwowych, wykorzystanie paliw alternatywnych w tej gałęzi transportu jest istotnym czynnikiem stopniowej substytucji paliw kopalnych i rozwoju transportu niskoemisyjnego.
4. Politycznie inspirowana strategia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej jest źródłem struktury instytucjonalno-prawnej, umożliwiającej wzrost wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym UE i Polski oraz zwiększania ich społecznej akceptacji.
5. Istnieje możliwość wartościowania, identyfikacji obszarów oddziaływania i określania kierunków działań podejmowanych na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym.

Hipotezę główną i hipotezy pomocnicze zweryfikowano, wykorzystując wybrane metody i techniki badawcze. Analiza opisowa posłużyła do określenia przedmiotu badań oraz identyfikacji w jego obrębie podstawowych zależności. Za pomocą analizy przyczynowo-skutkowej zdefiniowano relacje występujące między ogólnymi trendami rozwojowymi, np. między popytem na transport i popytem na paliwa transportowe.

Teoriopoznawcze elementy badania związane ze statystycznymi i dynamicznymi aspektami gospodarowania zasobami naturalnymi przeprowadzono, stosując metodę badania dokumentów źródłowych (*desk research*). Do usystematyzowania dotychczasowego dorobku naukowego i stanu wiedzy na temat istoty i motywów rozwoju gospodarki niskoemisyjnej

użyteczna okazała się metoda analizy i krytyki piśmiennictwa. Systematyzacja tego dorobku i wiedzy stworzyła podstawę do zastosowania metody analizy porównawczej. Dzięki niej możliwe było określenie priorytetowych kierunków dalszych badań, dotyczących działań i czynników, istotnych dla rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego. Kierunki tych działań i czynników, ważne dla Polski, zostały zweryfikowane m.in. w wyniku badań pierwotnych przeprowadzonych w urzędach administracji publicznej. Pozyskane za pomocą skategoryzowanych wywiadów kwestionariuszowych i telefonicznych informacje i dane umożliwiły wskazanie głównych barier rozwoju rynku paliw alternatywnych dla transportu samochodowego w naszym kraju. Bardziej szczegółowe i zaawansowane badania w zakresie kształtowania potrzeb energetycznych pojazdów samochodowych przeprowadzono, korzystając z metody analizy i konstrukcji logicznej. Metoda ta pozwoliła na skonstruowanie logicznych zależności łączących działania w zakresie dekarbonizacji przewozów ładunków i osób środkami transportu samochodowego z ich efektami.

W finalnym etapie badań skorzystano z metody analizy jakościowej, która umożliwiła zbudowanie jakościowego modelu transportu samochodowego, który za pomocą metod analizy ilościowej dostosowano do warunków polskich. W budowie modelu ilościowego szczególnie przydatne okazały się metody sztucznej inteligencji i metody oparte na teorii zbiorów rozmytych. Zbudowany model ilościowy stał się użyteczny przy prowadzeniu analiz symulacyjnych. Analizy te przeprowadzono m.in. z wykorzystaniem autorskich zestawów założeń istotnych dla identyfikacji stopnia równoważenia rozwoju rynku paliw alternatywnych. Zestawy tych założeń zostały następnie poddane zwymiarowaniu w wyniku przeprowadzonych badań własnych. W badaniach tych wykorzystano metodę ekspercką oraz wywiady bezpośrednie, do których zaproszono osoby ze świata nauki i biznesu.

Zastosowanie wspomnianych metod i technik badawczych pozwoliło na znalezienie skutecznego podejścia w zakresie analizy trudno mierzalnych obszarów badawczych i rozwiązywania niełatwych problemów naukowych. Za główną jego zaletę należy uznać zapewnienie możliwości badania złożonej problematyki rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym w stosunkowo prosty i przystępny sposób. Skonstruowany model ilościowy może stanowić praktyczne narzędzie dla decydentów do weryfikacji efektów tego rozwoju w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym, społecznym i bezpieczeństwa dostaw paliw oraz ewentualnej korekty przyjętych założeń.

W rozprawie wykorzystano zarówno publikacje obcojęzyczne, jak i krajowe. Pozycje książkowe posłużyły głównie do analizy dotychczasowego dorobku nauk ekonomicznych w zakresie rozwoju zrównoważonego

i gospodarki niskoemisyjnej. Ze względu na aktualny charakter i wysoką dynamikę przedmiotu rozprawy podstawą wielu analiz i ocen stały się bieżące oficjalne dokumenty UE i Polski, dotyczące strategii tego rozwoju. W badaniach przydatne okazały się raporty i inne opracowania statystyczne, a także analizy eksperckie wyspecjalizowanych agencji międzynarodowych i instytucji analitycznych oraz polskich ośrodków naukowo-badawczych i eksperckich, w tym m.in.: European Environmental Agency (EEA), Energy Information Administration (EIA), Environment Pollution Agency (EPA), International Energy Agency (IEA), International Atomic Energy Agency (IAEA), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), International Renewable Energy Agency (IREA), World Energy Council (WEC), World Trade Organisation (WTO), The World Bank, EurObserv'ER, BP, Exxon-Mobil, Deloitte, McKinsey, Cambridge Econometrics & Ricardo-AEA, Agency for Cooperation of Energy Regulators (ACER), DG MOVE, Centrum Analiz Energetycznych, ECORYS Polska Sp. z o.o.

Rozprawa składa się z pięciu zasadniczych rozdziałów. W rozdziale pierwszym dokonano analizy powiązań gospodarki ze środowiskiem naturalnym, co pozwoliło na ujawnienie wewnętrznych sprzeczności z nich wynikających, identyfikację dopuszczalnych obciążeń tego środowiska oraz wskazanie warunków funkcjonowania systemu społeczeństwo-gospodarka-przyroda. Teoriopoznawcze rozważania zmierzające do zbadania podstaw i następstw gospodarowania energią w gospodarce oparto na badaniu istoty racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi. Na podstawie analizy literatury przedmiotu dokonano przeglądu przyrodniczych i fizycznych uwarunkowań gospodarowania, wynikających z teorii ekonomii. Badając problem racjonalności w wymiarze globalnym, dokonano analizy relacji między racjonalnością mikroekonomiczną i makroekonomiczną. Wnioskiem z tej analizy jest potrzeba wypracowania globalnego podejścia do zarządzania i ochrony zasobów naturalnych w zgodzie z zasadami rozwoju zrównoważonego. Przejawem tego podejścia jest ograniczenie emisji CO₂ i oszczędne gospodarowanie tymi zasobami, co mieści się w koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej UE. Wyniki przeprowadzonych w tym rozdziale badań pozwoliły na weryfikację pierwszej hipotezy pomocniczej.

W rozdziale drugim skoncentrowano się na teoretycznych i pragmatycznych aspektach koncepcji niskoemisyjnego modelu gospodarczego. Struktura tego rozdziału jest konsekwencją badań, mających na celu weryfikację drugiej hipotezy pomocniczej. Przegląd literatury przedmiotu pozwolił na identyfikację głównych przesłanek rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. W rozdziale tym dokonano analizy zasadniczych kierunków rozwoju globalnego sektora paliwowo-energetycznego, koncentrując rozważania na zmianach popytu na surowce energetyczne w UE, których

wykorzystanie w działalności gospodarczej człowieka postrzegane jest przez część środowisk naukowych za jedno ze źródeł zmian klimatu. Częścią tego rozdziału było także badanie możliwości operacjonalizacji koncepcji modelu gospodarczego z uwzględnieniem postulatów ograniczenia antropogenicznych zmian klimatu i zasady racjonalnego gospodarowania energią w transporcie samochodowym. Badanie to przeprowadzono, biorąc pod uwagę regulacje prawne UE, dotyczące założeń gospodarki niskoemisyjnej i działań prowadzących do jej rozwoju.

Rozdział trzeci poświęcono badaniu relacji zachodzących między rozwojem transportu a zmianą popytu na paliwa. Podstawowym celem tego badania była weryfikacja trzeciej hipotezy pomocniczej. Przeprowadzone badania obejmowały przegląd dostępnych ścieżek rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego, z przesunięciem punktu ciężkości na analizę możliwości wykorzystania potencjału alternatywnych paliw transportowych. W rozdziale tym dokonano także identyfikacji głównych trendów rozwojowych, które implikują potrzeby energetyczne transportu. Podjęto wątek badawczy dotyczący roli dualnego charakteru transportu w procesach społeczno-gospodarczych. Określono główne kierunki rozwoju transportu samochodowego w państwach członkowskich UE zarówno w zakresie przewozów ładunków, jak i osób oraz kierunki zmian popytu na te przewozy w perspektywie do 2050 r. Częścią tego rozdziału było ponadto badanie zmian potrzeb paliwowych transportu samochodowego w aspekcie realizacji koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Badaniu poddano także wpływ zdominowanej przez paliwa ropopochodne struktury koszyka paliwowego transportu samochodowego UE na bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych, konkurencyjność tego transportu i na jego oddziaływanie na klimat.

Rozdział czwarty podporządkowano weryfikacji czwartej hipotezy pomocniczej, dokonując analizy koncepcji rozwoju paliw alternatywnych i właściwej infrastruktury pod kątem jej założeń zmierzających do poprawy konkurencyjności transportu samochodowego, bezpieczeństwa dostaw paliw, optymalizacji wykorzystania surowców ropopochodnych oraz przeciwdziałania zmianom klimatu. Analizie poddano mechanizmy najważniejszych instrumentów, umożliwiających wsparcie rozwoju rynku tych paliw. Oceniono efektywność ekonomiczną inwestycji w rozwój tego rynku i określono rolę rozwiązań instytucjonalno-prawnych dla tego rozwoju. Bazując na dostępnych danych statystycznych, dokonano oceny rozwoju rynków paliw alternatywnych i infrastruktury w państwach członkowskich UE. Przedmiotem uwagi były rynki biopaliw, paliw gazowych CNG i LNG oraz elektromobilności, które zgodnie z zapisami dyrektywy nr 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych uznano za istotne w perspektywie do 2030 r.

Rozdział piąty rozprawy poświęcono wyznaczeniu efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych. Efekty te określono za pomocą zbudowanego jakościowego modelu transportu samochodowego, któremu nadano cechy ilościowe, co było możliwe w rezultacie pozytywnej weryfikacji piątej hipotezy pomocniczej. Nadanie tych cech dzięki zastosowaniu metod sztucznej inteligencji umożliwiło przeprowadzenie obliczeń z wykorzystaniem dwuwarstwowej sieci neuronowej. Dążąc do realizacji celu rozprawy, wyznaczono efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych, reprezentujące cztery poziomy równoważenia, tj. ekonomiczny, środowiskowy, społeczny i bezpieczeństwo dostaw paliw. Zbadano także wrażliwość tych efektów względem założeń je determinujących. Zróżnicowane były bowiem wartości zestawów założeń do modelu ilościowego, podane przez badaczy.

Interdyscyplinarny charakter rozprawy obligował do stosowania wielu terminologii, głównie z zakresu ekonomii i nauk przyrodniczych, wymagających ujednolicenia i uporządkowania. Podejście przyrodnicze będące przedmiotem wielu badań w ekonomii spowodowało wprowadzenie do analiz ekonomicznych wybranych pojęć z zakresu ekologii. Jednocześnie interdyscyplinarna ich interpretacja doprowadziła do ukształtowania się pewnych skrótów pojęciowych służących do opisu złożonych zjawisk i procesów gospodarczych, takich jak np. zielony rozwój gospodarki, zielone miejsca pracy, kryzys ekologiczny czy ekologiczne bariery rozwoju społeczno-gospodarczego. Pojęcia te stosowane są zarówno w pracach naukowych, jak również w dokumentach prawnych. Autorka w swoim badaniu procesów gospodarczych i społecznych starała się precyzyjnie stosować pojęcia zaczerpnięte z różnych dyscyplin nauk przyrodniczych. Jednak w uzasadnionych przypadkach, mając świadomość skrótu terminologicznego, zastosowała w rozprawie pojęcia jak np. „strefa ekologiczna”, „pojazd ekologiczny” czy „korytarz ekologiczny”. Podyktowane to było przede wszystkim dążeniem do przestrzegania kryterium jasności odbioru interpretowanych zależności, które wkraczały w obszar badawczy nauk technicznych i przyrodniczych, takich jak np. mechanika czy chemia. Kierując się tym kryterium, w niektórych przypadkach zamiennie stosowała pojęcia „środowisko przyrodnicze” (naturalne) i „środowisko”.

Zaprezentowane w rozprawie interdyscyplinarne podejście badawcze w analizach ekonomicznych stanowi efekt zainteresowań naukowych autorki. Jako absolwentka Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi oraz Wydziału Ekonomiczno-Socjologicznego Uniwersytetu Łódzkiego w swoich badaniach naukowych łączy zagadnienia z zakresu ekonomii i nauk przyrodniczych.

Rozdział 1

Gospodarowanie energią jako przedmiot badań ekonomicznych

1.1. Wprowadzenie

Działalność gospodarcza jest działalnością świadomą i celową, co stanowi punkt wyjścia wielu analiz ekonomicznych. W teorii ekonomii można wyróżnić dwa ujęcia celu tej działalności. Ujęcie mikroekonomiczne sprowadza się do ustalenia zasad funkcjonowania podmiotów gospodarczych oraz określenia motywów postępowania człowieka w działalności gospodarczej, w tym zwłaszcza udzielenia odpowiedzi na pytanie o racjonalność ludzkiego działania. W ujęciu makroekonomicznym natomiast przedmiotem analizy jest gospodarowanie w skali krajów. Współcześnie w coraz większym stopniu wykracza się poza granice państw, czyniąc przedmiotem badania gospodarkę światową. Gospodarka ta, choć składa się czasami z bardzo odmiennych gospodarek narodowych, stanowi całość, zwłaszcza gdy uwzględni się istnienie granic wzrostu gospodarczego¹.

W ogólnych warunkach ekonomicznych, wyznaczonych przez stopy produkcji i dystrybucji, powstają bodźce ekonomiczne kierujące działalnością ludzi oraz określone sposoby reagowania na te bodźce. Cele działalności gospodarczej wyznaczają więc określone bodźce ekonomiczne, a reakcja na nie polega na stosowaniu środków służących do urzeczywistnienia tych celów. Można więc przyjąć, że działalność gospodarcza polega na realizacji określonych celów za pomocą pewnych środków². Cele działalności gospodarczej oraz środki służące ich realizacji zależą od trzech zasadniczych czynników. Pierwszy z nich to czynnik

1 R. Bartkowiak, *Ekonomia rozwoju*, PWE, Warszawa 2013, s. 13.

2 O. Lange, *Ekonomia polityczna*, wyd. 4, t. 1 i 2, PWN, Warszawa 1983, s. 132.

historyczny, który wiąże się z charakterem gospodarki danego okresu. Kolejny, tj. czynnik logiczny, wynika z rozwoju ludzkiej myśli, zwłaszcza tych jej elementów, które dotyczą filozofii i refleksji nad ludzkim myśleniem. Obecnie coraz większe znaczenie w analizach procesów gospodarczych zyskuje także trzeci czynnik – przyrodniczy³.

Istotę wymienionych wyżej czynników, jak zauważa S. Czaja, można już dostrzec w dyskusjach filozoficznych poświęconych problemom gospodarczym w starożytności i średniowieczu, czyli u źródeł ludzkiego myślenia o gospodarowaniu⁴. Gospodarowanie jako podstawowy proces aktywności ludzkiej, pozwalający człowiekowi przetrwać zarówno w biologicznym, jak i społecznym wymiarze, wpisywało się w zwyczajowo-tradycyjny charakter gospodarki naturalnej. W platońskiej wizji państwa idealnego gospodarka miała charakter agrarny i autarkiczny, odzwierciedlając tym samym rzeczywistość społeczno-ekonomiczną panującą w starożytnej Grecji. Gospodarowanie oznaczało natomiast takie prowadzenie gospodarstwa, które zapewniało utrzymanie wielopokoleniowej rodziny (wraz z pracującymi w gospodarstwie niewolnikami) w długiej perspektywie czasowej. Jak zauważa B. Poskrobko, w świadomości społecznej mieszkańców wsi, szczególnie wschodniej Polski, tak rozumiane gospodarowanie przetrwało niemal do lat 50. XX w.⁵

Spojrzenie na procesy gospodarcze w świecie antycznym i średniowieczu pozwoliło myślicielom ekonomii stwierdzić jednoznacznie, że procesy te były pod silną presją akceptacji naturalnego charakteru ówczesnej gospodarki. „Fizyczność” procesów gospodarczych dominowała zdecydowanie nad ich pieniężnym wymiarem. Pieniądz ułatwiał wymianę, ale nie tworzył rzeczywistego bogactwa⁶. Źródłem bogactwa była bowiem

3 Wśród przedstawicieli ekonomii rozwoju zaczyna zyskiwać na znaczeniu przekonanie, że poprawne zrozumienie i opis przeszłych oraz bieżących zdarzeń gospodarczych wymaga łącznego podejścia przyrodniczo-historycznego. Przekonanie to wynika z przypisania czynnikowi przyrodniczemu nadrzędnej roli w analizie procesów gospodarczych. Podejście historyczne, uznane za wtórne w stosunku do podejścia przyrodniczego, jest jednak na tyle ważne, że powinno się stosować podejście łączne, za: R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 28.

4 S. Czaja, *Periodyzacja rozwoju współczesnej teorii ekonomii*, [w:] *Wyzwania współczesnej ekonomii. Wybrane problemy*, red. S. Czaja, A. Becla, J. Włodarczyk, T. Poskrobko, Difin, Warszawa 2012, s. 13.

5 B. Poskrobko, *Metodologiczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Białystok 2011, s. 18.

6 W ekonomii głównego nurtu pojęcie bogactwa nie uzyskało statusu kategorii ekonomicznej. W ekonomii zrównoważonego rozwoju kategorię bogactwa narodu odniesiono do makrosystemu społeczeństwo-środowisko-gospodarka. Więcej: *ibidem*, s. 20–27.

posiadana ziemia, niewolnicy, bydło oraz dobra użyteczne w codziennym życiu⁷. Celem społecznym tej gospodarki była oparta na wartościach moralno-etycznych sprawiedliwość społeczna, a nie dążenie do indywidualnego dobrobytu materialnego.

W okresach starożytności i średniowiecza myśliciele powszechnie uważali, że zjawiska i procesy gospodarcze są wytworem wolnej woli (woluntaryzm) i jako takie mogą być ujmowane w normy prawne lub moralne. Idea obiektywnych praw i uwarunkowań działalności gospodarczej była obca myśli ekonomicznej tych okresów. W epoce cywilizacji industrialnej pojęcie gospodarowania w ogólnym jego rozumieniu zeszło na dalszy plan. Zdroworozsądkowe analizowanie procesów ekonomicznych okazało się niewystarczające w gospodarce towarowo-pieniężnej. Pieniądz stał się powszechnym ekwiwalentem, co wywierało presję na racjonalizację, najpierw w skali mikroekonomicznej, a później makroekonomicznej⁸. Jak zauważają S. Czaja i A. Becla, utowarowienie gospodarki spowodowało podporządkowanie gospodarowania efektywnemu wytwarzaniu towarów⁹.

We współczesnej gospodarce kryteria te są wciąż aktualne. Procesy gospodarowania uwarunkowane z jednej strony nieograniczonymi potrzebami człowieka, z drugiej rzadkimi zasobami nakierowane są na ich pieniężny wymiar. Działalność gospodarcza uznawana ze swej natury za działalność świadomą i celową, tzn. podejmowaną w sposób przemysłowy, zaplanowany i w określonym celu, podlega ocenie przez pryzmat jej efektywności i racjonalności.

1.2. Istota racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi

„Efektywność” jest pojęciem niejednoznacznym i różnie interpretowanym w naukach społecznych, ekonomicznych, a także przez praktyków¹⁰. W analizie poglądów dotyczących rozumienia tego pojęcia oraz określe-

7 S. Czaja, A. Becla, *Nowe problemy we współczesnej ekonomii*, [w:] *Wyzwania współczesnej ekonomii...*, s. 226.

8 S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, wyd. 2, poprawione i rozszerzone, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 18–19.

9 S. Czaja, A. Becla, *Nowe...*, s. 226.

10 Zob. m.in. G. Dębniwski, H. Pałach, W. Zakrzewski, *Mikroekonomia*, Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000; P. Drucker, *Menedżer skuteczny*, Biblioteka Nowoczesności, AE Kraków, Kraków 1995.

nia jego istoty i zakresu występuje stosunkowo duża różnorodność interpretacji¹¹. Efektywność może być bowiem rozpatrywana jako stosunek uzyskanych efektów do poniesionych nakładów, co stanowi ujęcie tradycyjne. W ujęciu zasobowym może ona być oceniana przez pryzmat efektywności alokacji dostępnych zasobów. Z kolei w ujęciu organizacyjnym główne kryterium rozumienia efektywności stanowi zdolność przedsiębiorstwa do bieżącego i strategicznego przystosowania się do zmian w otoczeniu oraz produktywnego wykorzystania posiadanych zasobów do realizacji przyjętej struktury celów¹². Zdaniem M. Michałowskiej, różniące się pod wieloma względami pojęcia efektywności mają wspólną cechę. Wszystkie traktują bowiem efektywność jako funkcję informacji zwrotnej o wyniku danego działania¹³.

Problem efektywności jest jednym z podstawowych zagadnień ekonomii, zwłaszcza tej jej części, która zajmuje się optymalizacją decyzji gospodarczych. Efektywność występuje bowiem często w tej części ekonomii jako jedno z kryteriów optymalizacji. W wymiarze ekonomicznym traktowana jest ona jako jeden z mierników oceny przedsięwzięć gospodarczych, pozwalający na określenie kosztów alternatywnych i wybór któregoś z tych przedsięwzięć, przy czym miernik ten może mieć charakter mianowany lub niemianowany. Nakłady i efekty mogą być bowiem wyrażone w ujęciu naturalnym (rzeczymowym) lub wartościowym (pieniężnym), co odpowiada tym charakterom. W formie mianowanej efektywność można przedstawić, definiując miernik ilustrujący przychodowość każdej jednostki nakładów. W formie niemianowanej efektywność jest najczęściej relacją względną dwóch wielkości, tj. nakładów i efektów. Relacja ta obrazuje nakładochłonność każdej jednostki przychodu¹⁴. Do pomiaru efektywności bardziej przydatne są jednostki pieniężne, ponieważ stosowanie jednostek rze-

11 Kategoria efektywności nawiązująca do triady pojęć „cele-efekty-nakłady” określana jest jako celowościowe ujęcie efektywności. Takie ujęcie propagowali m.in. T. Kotarbiński, K. Krzyżanowski, J. Zieleniewski. W literaturze przedmiotu można jednak odnaleźć inne, tzw. systemowe ujęcie tej kategorii propagowane przez D. Katza, R. Kahna, D. Yuchtmanna, R. Seashore. Za: *Efektywność transportu w warunkach gospodarki globalnej*, red. M. Michałowska, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2012, s. 18.

12 E. Szymańska, *Efektywność przedsiębiorstw definiowanie i pomiar*, „Roczniki Nauk Rolniczych” 2010, Seria G, t. 97, nr 2, s. 156.

13 M. Michałowska, *Istota i zakres kategorii efektywności*, [w:] *Efektywność transportu...*, s. 16.

14 S. Czaja, *Informacja jako podstawa kształtowania zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009, s. 195.

czowych uniemożliwia przeprowadzenie sumarycznego rachunku, pozwalającego ocenić całkowitą efektywność gospodarowania w przedsiębiorstwie¹⁵.

W teorii ekonomii koncepcję efektywności wyprowadza się z definicji dobrobytu społecznego, budując funkcję dobrobytu społecznego Bergsona-Samuelsona. Funkcja ta może odzwierciedlać dowolny system alokacji zasobów zarówno czysto egalitarny, jak i całkiem do niego przeciwny, stanowiąc zbiór sądów wartościujących. W związku z tym, teoria ekonomii może dostosować się do dowolnej relacji pomiędzy środowiskiem przyrodniczym a dobrobytem społecznym¹⁶.

Efektywność to najbardziej skuteczne zastosowanie zasobów społeczeństwa w procesie pokrywania braków i zaspokajania potrzeb ludzi¹⁷. Na tę cechę efektywności wskazywali P.A. Samuelson i W.D. Nordhaus. Według obu tych badaczy efektywność jest procesem, w którym z konsumentów wydobywa się maksymalne zadowolenie przy zastosowaniu dostępnych środków. Zgodnie z zasadą racjonalnego gospodarowania do maksymalizacji efektywności można dążyć przez osiąganie możliwie największego efektu przy stałym nakładzie środków lub przez osiąganie danego efektu przy możliwie najmniejszym nakładzie środków. Tak rozumiana efektywność gospodarowania określana jest mianem efektywności ekonomicznej. Efektywność jest wyrazem i miarą racjonalności gospodarowania, tzn. działania efektywniejsze są działaniami bardziej racjonalnymi¹⁸, co podkreśla Z. Sadowski. Podobne stanowisko wyraża J. Waszczyński, przyjmując, że jedynie racjonalne działania umożliwiają podmiotowi gospodarczemu osiągnięcie efektywności¹⁹. Tymczasem J. Penc uważa, że efektywność nie zawsze jest równoznaczna z racjonalnością. Zdaniem tego badacza, podkreślanie równoznaczności efektywności i racjonalności gospodarowania jest zbyt wąskie i bardzo upraszcza jego rzeczywistą naturę²⁰.

15 J. Dąbrowski, *Metodyczne aspekty pomiaru efektywności przedsiębiorstw portowych*, „Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2012, nr 9, s. 37.

16 *Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce*, red. J. Kronenberg, T. Bergier, Fundacja Sendzimira, Kraków 2010, s. 78–79.

17 P.A. Samuelson i W.D. Nordhaus, *Ekonomia*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 26.

18 Z. Sadowski, *Teoretyczne koncepcje racjonalności ekonomicznej*, [w:] *Teorie ekonomiczne a współczesne społeczeństwo*, red. B. Kamiński, J. Kulig, PWE, Warszawa 1981, s. 60–64.

19 J. Waszczyński, *Uwagi o strukturze celów i efektywności gospodarowania na podstawowych szczeblach gospodarki*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia” 2005, vol. XXXIX, 2, sectio H, s. 35.

20 J. Penc, *Leksykon biznesu*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1997, s. 363.

Zmiany zachodzące w gospodarce światowej sprawiają, że podmioty gospodarcze coraz częściej prowadzą analizy nie tylko w zakresie efektywności ekonomicznej, ale również ekologicznej²¹ czy społecznej²². Skala problemów współczesnego świata określana często mianem kryzysu społeczno-gospodarczo-środowiskowego wskazuje, że oceny efektywności należy dokonywać przez pryzmat racjonalności gospodarowania.

W teorii ekonomii pojęcie racjonalności gospodarowania definiowane jest przez pryzmat ograniczoności zasobów. Konieczność gospodarowania wynika z ograniczoności środków zaspokojenia potrzeb oraz nieograniczoności potrzeb ludzkich. Racjonalność gospodarowania wymaga ponadto spełnienia pewnych warunków, wśród których jednym z najważniejszych jest poświęcenie doraźnych korzyści na rzecz przyszłych stabilnych pożytków, a także równowagi i równomierności²³. Uwagę zwraca także definicja zaproponowana przez A. Łukaszewicza, który zdefiniował pojęcie racjonalności gospodarowania w kontekście problemu nieodnawialnych zasobów naturalnych oraz zamkniętych obiegów (recyklingu). Uznał on odzysk i powtórne wykorzystanie w procesie produkcji zużytych elementów aparatu produkcyjnego oraz odpadów tego procesu za warunek racjonalnego gospodarowania²⁴.

Racjonalność utożsamiana z zasadą racjonalnego gospodarowania formułowana jest w dwóch wariantach, tj. w wariacie wydajnościowym (bazującym na maksymalizacji efektu) i wariacie oszczędnościowym (bazującym na minimalizacji nakładu)²⁵. Istotą ich obu jest to, że mogą one prowadzić do tego samego rezultatu. Obserwacja rzeczywistości gospodarczej oraz analiza zachowań ludzkich wskazują określone sytuacje, które preferują stosowanie wspomnianych wariantów zasady racjonalnego gospodarowania.

21 Szeroką prezentację istoty i znaczenia efektywności ekologicznej i efektywności społecznej zawierają prace m.in. A. Jankowskiej-Kłapkowskiej, E. Lorek, B. Kryk, B. Nogalskiego, P. Grajewskiego i F. Pionka.

22 Takie podejście związane jest nie tylko z oszczędnym gospodarowaniem zasobami naturalnymi, ale również powoduje konieczność objęcia pomiarem ekonomicznym zasobów środowiska naturalnego oraz pełnych kosztów i korzyści wynikających z eksploatacji tych zasobów, ich ochrony i restytucji. Zob. więcej: E. Burzym, *Społeczny i ekologiczny aspekt współczesnej ewolucji rachunkowości w gospodarce rynkowej*, „Zeszyty Naukowe AE w Krakowie” 1993, nr 401.

23 L.W. Biegelesin, *Wstęp do nauki ekonomii społecznej*, Wyd. Nasza Księgarnia, Warszawa 1937. Za: M. Bochenek, *Problem racjonalności w polskiej myśli ekonomicznej*, Wyd. Key Text, Warszawa 1999, s. 46.

24 M. Bochenek, *Problem racjonalności...*, s. 54.

25 F. Quesney, najprawdopodobniej jako pierwszy, ogłosił zasadę racjonalnego gospodarowania w rozprawie *O pracy rzemieślników* wydanej w roku 1776. Zob. m.in. O. Lange, *Ekonomia...*, s. 153; J. Zagórski, *Ekonomia Franciszka Quesnaya*, PWN, Warszawa 1963, s. 86.

Wariant największego efektu wykorzystywany jest w warunkach konkurencji rynkowej, gdy podmioty gospodarcze lub gospodarstwa domowe maksymalizują swoje funkcje celu, tj. funkcje zysku lub użyteczności. Wariant minimalnych nakładów, jak pisał A. Krzyżanowski, jest miarodajny dla każdej ludzkiej działalności, ponieważ człowiek jako istota racjonalna nie może myśleć i działać inaczej, jak tylko kierując się zasadą najmniejszego wysiłku²⁶. W opinii autorki takie jednoznaczne stwierdzenie jest dyskusyjne. Odwołując się bowiem do ekonomii neoklasycznej, tworzącej wraz z ekonomią klasyczną nurt klasyczno-neoklasyczny, człowiek jest egoistą i postępuje racjonalnie, przypisując zasadnicze znaczenie motywom gospodarczym²⁷. Ekonomizacja działań ludzkich nie musi więc zawsze opierać się na wariacie oszczędnościowym. Wątpliwości dotyczące zasady racjonalnego gospodarowania były przedmiotem wielu debat naukowych²⁸. Źródeł tych wątpliwości można doszukiwać się w koncepcji *homo oeconomicus*, rozumianej jako model człowieka kierującego się wyłącznie rachunkiem ekonomicznym i dążącego do osiągnięcia największego zysku.

Ekonomia veblenowska zakłada, że racjonalność ludzkiego działania jest ograniczona. Z jednej strony występuje bowiem postępowanie rozumowe, z drugiej jednak instynktowne, odpowiadające instynktowi stadnemu według J.M. Keynesa. Zarówno analiza literatury przedmiotu, jak i obserwacja rzeczywistości gospodarczej powodują, że autorce bliższe są poglądy głoszone przez przedstawicieli ekonomii behawioralnej. W ekonomii behawioralnej i ekonomii szczęścia podkreśla się bowiem, iż motyw indywidualnego bogacenia się nie jest jedynym motywem w życiu ludzkim. Nie można zatem każdemu ludzkiemu działaniu przypisywać celów ekonomicznych. Ludzie mogą postępować instynktownie, co nie zawsze jest racjonalne. Ponadto obok działań egoistycznych występują działania na rzecz dobra wspólnego, egoizm ustępuje zatem miejsca altruizmowi i myśleniu społecznemu. Koncepcja *homo oeconomicus*, uznawana często za zideologizowaną i zbyt uproszczoną, funkcjonuje nadal we współczesnej myśli ekonomicznej²⁹. Stanowi ona przejaw tradycyjnego, nie zrównoważonego ekologicznie rozwoju społeczno-gospodarczego.

26 A. Krzyżanowski, *Teoria i polityka oszczędności*, Warszawa 1931, s. 5. Za: A. Becla, S. Czaja, A. Zielińska, *Analiza kosztów – korzyści w wycenie środowiska przyrodniczego*, Difin, Warszawa 2012, s. 67.

27 Zob. więcej: G. Kirchgässner, *Homo oeconomicus*, Tübingen 1991.

28 Zob. m.in. R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 71–74.

29 Zob. m.in. D. Kielczewski, *Homo oeconomicus versus homo sustinens. Uwagi o metodologicznych odmiennościach między ekonomią zrównoważonego rozwoju w ekonomii głównego nurtu*, [w:] *Ekonomia zrównoważonego rozwoju...*, s. 75–76.

Założenia metodologiczne i teoriopoznawcze towarzyszące zasadzie racjonalnego gospodarowania wzbudzają określone kontrowersje, dotyczące również szeroko rozumianej koncepcji racjonalności i racjonalnego działania. Racjonalność w języku potocznym oznacza postępowanie rozsądne, polegające na poprawnym oraz skutecznym działaniu³⁰. Tak pojmowana racjonalność wiąże się ściśle z wiedzą dotyczącą rzeczywistości podmiotu gospodarczego, a precyzyjniej z adekwatnością tej wiedzy w stosunku do tej rzeczywistości. Wybór kierunku działania może być poprawny, ale już samo działanie nieskuteczne z powodu niepełnej bądź fałszywej wiedzy. W związku z tym rozróżnia się dwa rodzaje racjonalności działania, tj. racjonalność rzeczową i racjonalność metodologiczną. Według T. Kotarbińskiego, za rozumne, czyli racjonalne w sensie metodologicznym, można uznać takie postępowanie, które jest zgodne ze wskazaniem wiedzy posiadanej przez działającego. Zwyczajny brak wiedzy działającego sprawia, że jego działanie jest irracjonalne w sensie rzeczowym³¹.

Racjonalność rzeczowa działania gospodarczego oznacza wybór przez podmiot gospodarczy takiego wariantu postępowania, który doprowadza go do osiągnięcia ustalonego celu. Racjonalnemu (w sensie rzeczowym) podmiotowi gospodarczemu przypisana jest obiektywnie pełna i prawdziwa wiedza o okolicznościach jego działania i środkach, jakie należy dobrać do realizacji tego celu. Działanie jest racjonalne w sensie rzeczowym, gdy umożliwia podmiotowi gospodarczemu osiągnięcie zamierzonego celu na skutek jego logicznego wnioskowania, uwzględniającego obiektywne ograniczenia działania związane z otoczeniem zewnętrznym, w jakim ten podmiot działa.

Działanie racjonalne rzeczowo musi być z założenia racjonalne metodologicznie i jest równoznaczne ze skutecznością działania³². Racjonalność rzeczowa działania stanowi idealny rodzaj racjonalności, tzn. racjonalność absolutną, obiektywną i bezwzględną, do której ludzie dążą lub powinni dążyć³³. Ponieważ wiedza osoby podejmującej działania nie może w pełni odpowiadać istniejącym w rzeczywistości faktom i prawom, osoba ta nie jest w stanie zidentyfikować i zastosować najlepsze rozwiązania. Dlatego też cechą działania jako metody postępowania może być tylko racjonalność metodologiczna.

30 Szerokie ujęcie problemów racjonalności zawierają prace m.in.: M. Bochenek, *Problem racjonalności...*; *Racjonalność gospodarowania w socjalizmie*, red. B. Kamiński, A. Łukaszewicz, PWE, Warszawa 1980.

31 T. Kotarbiński, *Traktat o dobrej robocie*, wyd. 4, Wyd. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław-Warszawa-Kraków 1969, s. 134–136.

32 O. Lange, *Ekonomia...*, s. 207.

33 T. Kotarbiński, *Traktat o dobrej robocie...*, s. 136.

Racjonalność metodologiczna oznacza bowiem, że decyzja została podjęta w dobrej wierze, a działanie podmiotu gospodarczego jest zgodne z posiadaną przez jego decydentów wiedzą i opiera się na logicznym wnioskowaniu. Wiedza tych decydentów nie musi być obiektywnie pełna i prawdziwa, a efekt otrzymany w wyniku jej wykorzystania może się różnić zasadniczo od oczekiwanego. Mogą więc istnieć działania metodologiczne racjonalne, ale nieskuteczne.

Działanie racjonalne metodologicznie zależy nie tylko od wiedzy decydentów, ale również od warunków zewnętrznych decydujących o przydatności tej wiedzy w konkretnej sytuacji. Działalność gospodarcza podmiotu gospodarczego nie jest zatem zawsze racjonalna. Wynikać to może np. z nieznamości przez decydentów podmiotów gospodarczych nowoczesnych metod programowania rozumianego jako dobór właściwych środków do realizacji określonego celu, kiedy środki są ilościowo wymierne, a cel dopuszcza rozmaite stopnie realizacji. Nieracjonalne działanie podmiotu gospodarczego może być także efektem panujących stosunków ekonomicznych, które uniemożliwiają korzystanie z posiadanej i dostępnej wiedzy metodologicznej³⁴. Wysokie koszty ograniczają bowiem do minimum możliwości zatrudnienia wyspecjalizowanych doradców.

Przedstawione powyżej wywody O. Langego świadczą o ograniczonej racjonalności działalności podmiotów gospodarczych, do czego przychyliła się autorka. Wśród wielu przyczyn takiej racjonalności za istotne należy bowiem uznać ograniczenia związane z brakiem dostępu do pełnej informacji oraz wynikające z psychologicznych cech człowieka, limitujących możliwości przyswojenia dostępnych informacji i ich przetworzenia w odpowiednie decyzje, uprzedzenia, impulsy³⁵. Ponadto w działaniu człowieka dominują zazwyczaj doraźne, satysfakcjonujące go poziomy spełniania celów, a nie ich optymalizacja. Racjonalność jest bowiem rozumiana w kontekście wiedzy podmiotu, jego dostępu do informacji i umiejętności ich przetworzenia oraz wykorzystania. Zdaniem E. Lorek, każde działanie, jeżeli ma spełniać wymóg racjonalności, powinno być więc przeanalizowane pod względem celowości, skuteczności, efektywności, sprawiedliwości i wykonalności³⁶.

Istotnym problemem dla koncepcji racjonalnego gospodarowania jest wyjaśnienie relacji pomiędzy racjonalnością mikroekonomiczną

34 Zob. więcej: O. Lange, *Ekonomia...*, s. 168–172, 239–240.

35 J. Wiśniewski, *Polimorfizm zasady racjonalnego gospodarowania. Teoretyczne studium komparatywne*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 1996, s. 26–27.

36 E. Lorek, *Ocena wdrażania w przedsiębiorstwach polskich nowych instrumentów ochrony środowiska zwiększających efektywność gospodarki*, [w:] *Zarządzanie organizacjami gospodarczymi w wieku informacji*, red. J. Lewandowski, Monografie Politechniki Łódzkiej, Łódź 2005, s. 579.

i makroekonomiczną. W gospodarce rynkowej wszystkie podmioty gospodarcze funkcjonują zgodnie z zasadą racjonalnego gospodarowania, stosowanie której powinno sprawić, iż cały system społeczno-gospodarczy powinien funkcjonować racjonalnie. Jednak twierdzenie to nie jest prawdziwe z kilku powodów. Nawiązując do koncepcji L. Robbinsa, stwierdzono, że zachowanie podmiotu gospodarczego zgodnie z jednym z wariantów zasady racjonalnego gospodarowania zwykle oznacza racjonalność alokacyjną, która wcale nie musi oznaczać racjonalności systemowej³⁷. W swoich rozważaniach autorzy tej tezy odwołali się do doświadczeń analizy systemowej. Badania prowadzone w ramach ogólnej teorii systemów dowodzą, że układy społeczne, przyrodnicze i ekonomiczne mają szereg cech synergicznych. Układy te jednocześnie charakteryzują się wyraźną tendencją do komplikowania się i pogłębiania wewnętrznej złożoności strukturalnej czy funkcjonalnej.

W teorii ekonomii zasadność istnienia racjonalności systemowej nie została jednoznacznie rozstrzygnięta. Często racjonalność traktowana jako atrybut ludzkiego działania nie może być cechą systemów społecznych czy ekonomicznych. W swoich poglądach autorka skłania się bardziej do uznania znacznie bardziej kontrowersyjnej tezy o potrzebie istnienia racjonalności gospodarki światowej.

W ostatnich latach istotnego znaczenia nabrała kwestia gospodarowania nieodnawialnymi zasobami naturalnymi. Można uznać, że racjonalność gospodarowania zasobami naturalnymi, szczególnie nieodnawialnymi paliwami kopalnymi, wymaga istnienia spójnych rozwiązań o zasięgu międzynarodowym czy wręcz globalnym. Globalizacja gospodarki jest niekwestionowanym procesem we współczesnym świecie i powinna opierać się na spójnych strategiach rozwoju dążących do równowagi w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym, co jest jednak niezwykle trudnym wyzwaniem.

Odnosząc się do teorii systemów, globalizującą się gospodarkę można postrzegać jako system, który jest tworem celowym. Wspomniany system może bowiem zapewnić realizację określonych celów według jednego lub kilku scenariuszy. W systemie nie ma elementów izolowanych. Poszczególne elementy i ich wzajemne powiązania tworzą strukturę tego systemu. W ten sposób każdy element systemu przyczynia się do powodzenia całości³⁸. Podążając tym tokiem rozumowania, można przyjąć, że racjonalność systemu jest pewną miarą sprawności osiągania jego celów poprzez właściwe ukierunkowanie bodźców w stosunku do elementów

37 A. Becla, S. Czaja, A. Zielińska, *Analiza kosztów...*, s. 67–68.

38 T. Jajuga, K. Jajuga, K. Wrzosek, S. Wrzosek, *Elementy teorii systemów i analizy systemowej*, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1993, s. 19.

tego systemu i koordynacji ich współdziałania. Koordynacja ta może się odbywać za pośrednictwem właściwego mechanizmu wewnątrz systemu, np. z wykorzystaniem mechanizmu rynkowego lub poprzez sterowanie za pomocą instrumentów ekonomicznych wynikających z polityki społeczno-gospodarczej.

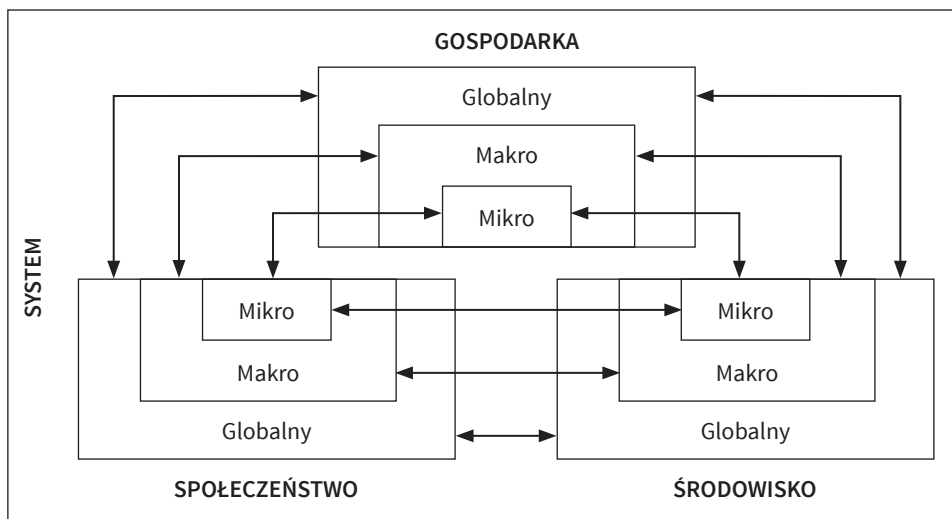
A. Becla, S. Czaja i A. Zielińska stwierdzają, że tak określona racjonalność systemu nie jest tożsama z racjonalnością ludzkiego działania³⁹. Można jednak uznać, że stwierdzenie to nie umniejsza znaczenia racjonalności systemu dla globalizujących się systemów społeczno-gospodarczych (rysunek 1). Racjonalne gospodarowanie nie będzie bowiem możliwe, jeśli nie dokona się najpierw niezbędnych zmian w funkcjonowaniu gospodarki, mobilizującej jednostki gospodarcze do racjonalnego gospodarowania. Przejaw braku racjonalności w gospodarowaniu w skali makroekonomicznej może bowiem powodować nieracjonalność w mikroskali. Zatem podmioty gospodarcze, które dążą do racjonalności w gospodarowaniu, powinny w swoich dążeniach mieć na uwadze również racjonalność makroekonomiczną.

Biorąc pod uwagę przyszłe losy ludzkości oraz uznając gatunek ludzki za integralną część środowiska przyrodniczego, autorka podziela opinie wielu naukowców i polityków, że należy kontynuować działania zmierzające do racjonalności gospodarowania w skali globalnej⁴⁰. W swoich wypowiedziach np. Z. Kasztelewicz wielokrotnie podkreślał, że jednostronna i restrykcyjna polityka klimatyczna UE nie będzie miała żadnego znaczenia dla poprawy klimatu na Ziemi, jeśli polityka ta nie zostanie podjęta na poziomie globalnym⁴¹. Autor ten zwracał uwagę na wzrost emisji gazów cieplarnianych (ang. *Greenhouse Gases*, GHG) przez państwa rozwijające się. Mieszkańcy tych państw, konsumując coraz więcej energii, zwiększają zużycie zasobów nieodnawialnych, przez co emisje GHG w przemyśle, transporcie i rolnictwie są coraz wyższe. Tymczasem zaangażowanie wspomnianych państw w działania na rzecz poprawy klimatu oraz budowy zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarki jest znikome.

39 A. Becla, S. Czaja, A. Zielińska, *Analiza kosztów...*, s. 68.

40 W drugim Raportcie dla Klubu Rzymskiego podkreślono, że uznanie gatunku ludzkiego jako integralnej części środowiska przyrodniczego ma określone konsekwencje. Oznacza bowiem, że istnieją materialne granice wzrostu gospodarczego, których człowiek nie może przekroczyć, nie niszcząc przy tym siebie i biosfery. Za: Z. Piątek, S. Florek, *Wpływ zmian w systemach wartości na kształtowanie się społeczeństwa wiedzy*, [w:] *Zrównoważony rozwój gospodarki...*, s. 27.

41 Z. Kasztelewicz, *Unijna gospodarka AD 2050; bez emisji, przemysłu i pracy*, http://www.wnp.pl/wiadomosci/unijna-gospodarka-ad-2050-bez-emisji-przemyslu-i-pracy,211987_1_0_0_0_4.html [dostęp 22.11.2013].



Rysunek 1. Racjonalność gospodarowania w systemie gospodarka-społeczeństwo-środowisko

Źródło: opracowanie własne na podstawie: B. Poskrobko, T. Poskrobko, *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, PWE, Warszawa 2012, s. 24.

Słuszność przedstawionych powyżej opinii potwierdzają wyniki opublikowanego w 2014 r. piątego raportu, przygotowanego przez Międzyrządowy Panel do Spraw Zmian Klimatycznych Organizacji Narodów Zjednoczonych (IPCC). Według ustaleń ekspertów ONZ emisje GHG w latach 2001–2010 rosły szybciej niż w każdym z trzech poprzednich dziesięcioleci, głównie z powodu rosnącej konsumpcji ropy naftowej, węgla oraz gazu ziemnego. W minionej dekadzie roczne tempo wzrostu emisji tych gazów wyniosło 2,2%, podczas gdy roczna średnia dla lat 1970–2000 kształtowała się na poziomie 1,3%⁴².

We wspomnianym raporcie wskazano, że ludzkość zmuszona będzie do wprowadzania coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań służących ograniczaniu emisji GHG. Podzielając ten pogląd, autorka uważa, że do poprawy klimatu oraz rozwoju zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarki może się przyczynić opracowanie i wdrożenie strategii prowadzącej do racjonalności działań w skali ogólnosiwiatowej. Ze strategii tej będą wynikać cele o charakterze globalnym, obejmujące m.in. zmniejszenie dysproporcji społeczno-gospodarczych oraz zachowanie równowagi w stosunkach człowiek – ekosfera. Osiąganiu tych celów powinny sprzyjać organizacje o zasięgu światowym, np. Grupa Banku Światowego lub Międzynarodowy Fundusz Walutowy (ang. International Monetary Fund, IMF).

⁴² *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability*, Fifth Assessment Report (AR5), IPCC.

Tymczasem przygotowany przez IPCC piąty raport nie zawiera jednoznacznych, uniwersalnych rozwiązań. Eksperci proponują szereg działań mających na celu ograniczenie zmian klimatu. Podkreślają jednocześnie, że nie chodzi o całkowite wyeliminowanie kopalnych źródeł energii, ale raczej o likwidację zakładów, elektrowni oraz innych instalacji, które nie są w stanie wychwytywać i neutralizować emitowanych GHG. W raporcie ostrzegano, że opóźnianie działań jedynie zwiększy koszty przechodzenia na technologie pozyskiwania energii ze źródeł niskoemisyjnych. Ponadto autorzy raportu przyznali, że wiele proponowanych działań jest „wykonalnych tylko w teorii” i ich wdrożenie będzie „ekstremalnie trudne”.

W odniesieniu do transportu opartego przede wszystkim na surowcach ropopochodnych, opracowanie i wdrożenie strategii paliwowych służących realizacji założeń zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarki można uznać za działania priorytetowe. Biorąc pod uwagę rolę transportu we współczesnym świecie, działania te powinny mieć charakter spójnej strategii o wymiarze ogólnoświatowym. Jednocześnie należy podkreślić, że programy o zasięgu globalnym są bardzo złożone. Dotyczą one bowiem niejednokrotnie sprzecznych ze sobą interesów narodowych, a ponadto muszą uwzględniać niejednorodność poziomu rozwoju oraz sposobów organizacji gospodarek narodowych.

Programy o zasięgu globalnym budzą wiele kontrowersji. Wśród dużej grupy przedstawicieli świata nauki, polityki i biznesu panuje przekonanie, że państwa w swoich działaniach powinny się kierować celowością i racjonalnością swoich interesów w kontekście układu światowego. Stanowisko to potwierdzał wielokrotnie m.in. J. Buzek, wskazując na brak równowagi między polityką gospodarczą a klimatyczną UE⁴³. Jednocześnie zaakcentował potrzebę opracowania i wykorzystania technologii pozyskania surowców przyjaznych dla środowiska, wzrostu efektywności energetycznej oraz zwiększenia możliwości wykorzystania gazu. Działania te mogą się bowiem przyczynić do realizacji założeń polityki klimatycznej i energetycznej oraz poprawy konkurencyjności gospodarki UE zgodnie z założeniami strategii Europa 2020⁴⁴.

Wykorzystując dorobek naukowy ekonomii rozwoju, można stwierdzić, że celem głównym polityki każdego państwa powinien być rozwój społeczno-gospodarczy. W tym kontekście szczególnie istotna staje się strategia tego rozwoju, zakładająca wdrożenie w długim okresie

43 D. Ciepela, *Nierealistyczne cele klimatyczne to sabotaż gospodarki UE*, http://energetyka.wnp.pl/buzek-nierealistyczne-cele-klimatyczne-to-sabotaz-gospodarki-ue,219922_1_0_0.html [dostęp 05.03.2014].

44 *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela 2010.

takich zmian strukturalnych w gospodarce i życiu społecznym, które pozwolą na wykorzystanie własnych zasobów i produkcję na rynek wewnętrzny, a przez to przyczynią się do znacznego zmniejszenia zależności od importu⁴⁵. Wobec wymogu równoważenia celów polityki gospodarczej i polityki klimatycznej UE, realizacja strategii rozwoju w praktyce musi wiązać się z polityką rozwoju w ujęciu makroekonomicznym i globalnym.

Globalny charakter gospodarki współczesnego świata powoduje, że problem racjonalności staje się kategorią z zakresu etyki społecznej. Wraz z rozwojem globalnej gospodarki i kapitalizmu przemysłowego coraz istotniejsze staje się zjawisko antropopresji⁴⁶. Globalizacja wpływa bowiem na przyspieszenie wzrostu gospodarczego, przez co zwiększa się popyt na zasoby środowiskowe. Ponadto w pewnych warunkach do powstania dodatkowych zagrożeń dla środowiska mogą również prowadzić dwa podstawowe procesy, stanowiące istotę globalizacji. Pierwszym z nich jest intensyfikacja handlu międzynarodowego, który stwarza zagrożenie dla środowiska wynikające z nadmiernej specjalizacji produkcji. Drugi z tych procesów, obejmujący wzrost znaczenia inwestycji bezpośrednich, zwłaszcza odbywających się z udziałem korporacji transnarodowych, wiąże się z możliwością lekceważenia wymogów ochrony środowiska przez te korporacje, zwłaszcza gdy działają one w krajach rozwijających się⁴⁷. Jednocześnie należy zauważyć, że globalizacja to także optymalizacja procesu gospodarowania, a więc zmniejszanie jednostkowych nakładów (również nakładów środowiskowych) w dążeniu do osiągnięcia określonych celów. W tym ujęciu globalizacja może być dla środowiska korzystna⁴⁸. Rozwój gospodarczy musi jednak zmienić swój stosunek do tego środowiska.

45 *Ekonomia rozwoju*, red. B. Fiedor, K. Kociszewski, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010, s. 18–19.

46 W swoich rozważaniach dotyczących globalizacji J. Stiglitz podkreślił, iż brak stabilności środowiska naturalnego stanowi w dłuższej perspektywie czasowej zagrożenie dla świata. Zwrócił jednocześnie uwagę na powszechne pojmowanie problemu antropopresji rozumianej jako negatywny wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne, powodujący zaburzenia w funkcjonowaniu ekosystemów. Zob. więcej: J. Stiglitz, *Wizja sprawiedliwej globalizacji: propozycje usprawnień*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 36.

47 A. Budnikowski, M. Cygler, *Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska i ekorozwój*, Referat na Konferencję Naukową „Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska”, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 16–17 maja 2012, http://www.budnikowski.pl/files/dydaktyka/artykuly/Budnikowski_Cygler.pdf [dostęp 10.02.2014].

48 A. Budnikowski, *Internacjonalizacja procesu gospodarowania a zagrożenie i ochrona środowiska*, [w:] *Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska*, red. A. Budnikowski, M. Cygler, Wyd. Szkoły Główniej Handlowej, Warszawa 2002, s. 184–193.

Globalny charakter problemu zanieczyszczenia i degradacji środowiska zrodziły przekonanie o trwałości relacji człowiek – środowisko. Dążenia ekonomiczne i ekologiczne są od siebie zależne. W rozważaniach o racjonalności nowoczesnego gospodarowania trzeba więc uwzględnić aspekt ekologiczny. Nie można bowiem mówić o racjonalności gospodarowania z pominięciem aspektu ochrony środowiska oraz aspektu oszczędnego wykorzystywania zasobów naturalnych, które zawierają się w tej racjonalności. Jak zauważa S. Czaja, racjonalne działanie w wymiarze globalnym dotyczy relacji między gospodarką a światem przyrody, odgrywając istotną rolę w analizie związków między obecnymi a przyszłymi warunkami życia człowieka i rozwojem gospodarki w ekologicznych granicach⁴⁹. Wzrost gospodarczy może być bowiem wzrostem racjonalnym, jeżeli zaistnieje równowaga między społeczeństwem i środowiskiem naturalnym.

Analiza procesów społeczno-gospodarczych przez pryzmat gospodarowania ograniczonymi zasobami naturalnymi w świetle teorii ekonomii stanowi istotny obszar rozważań teoretycznych, umożliwiającą określenie relacji zachodzących pomiędzy gospodarką i środowiskiem. Rozdzielenie fizycznego i pieniężnego wymiaru procesów gospodarowania miało istotny wpływ na sposób prezentacji wyników analiz ekonomicznych⁵⁰. Od momentu wyodrębnienia się pieniądza, jako powszechnego ekwiwalentu wymiany w transakcjach kupna-sprzedaży, pełni on funkcję uniwersalnego miernika wartości. Z funkcji tej wynika dominacja ujęć wartościowych w analizie ekonomicznej.

Badacze zajmujący się poszukiwaniem nowych metodologicznych i teoriopoznawczych podstaw uwarunkowań wzrostu i rozwoju gospodarczego często podkreślają, że nie jest zasadne rozdzielenie obu wymiarów procesu gospodarowania. Realne procesy i zjawiska gospodarcze mają bowiem obok wymiaru pieniężnego również wymiar fizyczny. Zdaniem autorki, istota obu tych wymiarów dla badania tych procesów i zjawisk jest podobna. Co więcej, wymiary te są względem siebie komplementarne. Relacje zachodzące między nimi wymagają zmiany spojrzenia na analizę systemów społeczno-gospodarczych. Dominacja ujęć wartościowych w analizie ekonomicznej nie jest zasadna. Wszystkie realne procesy gospodarcze przebiegają w świecie materialnym i mają swój wymiar fizyczny. Konieczne staje się więc włączenie do analiz ekonomicznych przyrodniczych i fizycznych uwarunkowań gospodarowania.

49 S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne...*, s. 25.

50 Zob. więcej: A. Bernaciak, W.M. Gaczek, *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001, s. 48–58.

1.3. Przyrodnicze i fizyczne aspekty funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych

Podejście przyrodnicze zaczyna być obecnie coraz szerzej uznawane za istotne, a nawet kluczowe w analizach ekonomicznych⁵¹. Podejście to było stosowane w pracach czołowych twórców ekonomii klasycznej m.in.: A. Smitha⁵², T.R. Malthusa⁵³, D. Ricardo⁵⁴, J.B. Saya⁵⁵ oraz J.S. Mila⁵⁶. Właściwe zainteresowanie ekonomii klasycznej problematyką wykorzystania zasobów środowiskowych pojawiło się przede wszystkim w związku z kwestią wyczerpywania się tych zasobów bądź rosnących kosztów ich pozyskiwania. Problematyka ta analizowana była w kontekście możliwości pojawienia się nieprzekraczalnych dla gospodarki i społeczeństwa barier wzrostu gospodarczego⁵⁷.

W teorii A. Smitha środowisko występuje jako pewna naturalna bariera wzrostu gospodarczego. Możliwy do osiągnięcia przez dany kraj poziom bogactwa społecznego jest uwarunkowany posiadanymi zasobami naturalnymi, np. glebą, klimatem, a także jego sytuacją ekonomiczną względem innych krajów. Po osiągnięciu stanu bogactwa akumulacja netto zamiera, liczba ludności ustala się na stałym poziomie, a stopa wzrostu spada do zera. Gospodarka osiąga pewien hipotetyczny stan stacjonarny. Z badań T. Malthusa wynika, że istnieje pewna absolutna granica zasobów, poza którą przestają one być dostępne. Teoria T. Malthusa opierała się na domniemanym prawie naturalnym, traktującym szczupłość zasobów oraz jej skutki jako aksjomat. Natomiast D. Ricardo twierdził, że zasoby naturalne są nieograniczone co do ilości, ale są niejednorodne. Oznacza to, że społeczeństwo umie i chce zużywać zasoby w kolejności ich zmniejszającej się ekonomicznej jakości⁵⁸. J.S. Mill, rozwijając koncepcje T. Malthusa

51 R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 28.

52 A. Smith, *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*, PWN, Warszawa 1954.

53 T.R. Malthus, *An essay on the principle of population*, Cambridge University Press, Cambridge 1992.

54 D. Ricardo, *Zasady ekonomii politycznej i opodatkowania*, PWN, Warszawa 1957.

55 J.B. Say, *Traktat o ekonomii politycznej, czyli prosty wkład sposobu, w jaki się tworzą, rozdzielają i spożywają bogactwa*, PWN, Warszawa 1960.

56 J.S. Mill, *Zasady ekonomii politycznej*, t. 1 i 2, PWN, Warszawa 1965–1966.

57 Zob. więcej: B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2002, s. 4–46.

58 J. Barnett, Ch. Morse, *Ekonomika zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 1968, s. 4–5.

i D. Ricardo, dowiódł, że ograniczoność zasobów powoduje wzrost nakładów pracy i kapitału na jednostkę produkcji. Zależność ta przyjęta została jako powszechne prawo produkcji⁵⁹. Z kolei J.B. Say, pierwszy spośród przedstawicieli ekonomii klasycznej, dostrzegł problem zanieczyszczenia środowiska jako nieuchronną konsekwencję procesów produkcji i konsumpcji. Wprowadził on pojęcie usług produkcyjnych czynników naturalnych, a także podkreślił możliwość oszczędzania zasobów pracy i kapitału dzięki racjonalnemu wykorzystaniu sił przyrody⁶⁰.

W opozycji do tak interpretowanej wartości środowiska przyrodniczego istniały poglądy, według których praca uznawana była za najważniejszy czynnik produkcji. Zwolennicy poglądów o niewielkiej wartości środowiska naturalnego, do których należał m.in. J. Locke, uważali, że ziemia bez nakładu pracy i wykorzystania technologii nie przynosi praktycznie żadnych pożytków poza niewielkimi korzyściami ze zbieractwa i łowiectwa⁶¹.

W odmienny sposób słusność hipotez o niskiej wartości środowiska uzasadniał J. Maitland. Uważał on, że na dobra obficie i bezpłatnie oferowane przez przyrodę nie można znaleźć kupca. Za takie dobra nie można uzyskać żadnej ceny i w tym znaczeniu nie mają one wartości ekonomicznej⁶². Podobne podejście do problemów prezentowało wielu dziewiętnastowiecznych ekonomistów. Brak większego zainteresowania środowiskiem przyrodniczym wynikał z przekonania, że zasoby naturalne są względnie obfite i nie stanowią bariery wzrostu gospodarczego. Klasyczna ekonomia polityczna traktowała wiele zasobów przyrody jako dobra wolne, tj. niewyczerpywalne i niezniszczalne. Zwolennikiem i propagatorem tych poglądów był J.B. Say. Podzielił on zasoby naturalne, w tym wodę i powietrze, na użyteczne i wolne. Ignorowanie zasobów naturalnych umocniły poglądy głoszone przez K. Marksa. W opisywanym przez siebie procesie reprodukcji przyjął założenie, że zasoby środowiska przyrodniczego są dane, a proces reprodukcji prowadzi do ich przekształcania.

Marksowski stosunek do procesu reprodukcji środowiska znalazł swoje odzwierciedlenie w ekonomii politycznej tzw. realnego socjalizmu. Brak zrozumienia istoty środowiska w analizach zjawisk społeczno-gospodarczych utrwaliły poglądy G. Lukácsa i K. Kautskiego. Uważali oni, że dobra wolne nie tylko występują w obfitości, lecz także w sposób osta-

59 K. Górka, B. Poskrobko, *Ekonomika ochrony środowiska*, wyd. II zmienione, PWE, Warszawa 1991, s. 14.

60 J. Kolipiński, *Człowiek, gospodarka, środowisko, przestrzeń*, PWN, Warszawa 1978, s. 79 i 90.

61 M. Sagoff, *Locke miał rację: przyroda ma niewielką wartość ekonomiczną*, „Ekonomia i Środowisko” 2006, nr 1(29), s. 14.

62 *Ibidem*, s. 16–17.

teczny nie są ani wytwarzane, ani konsumowane, w związku z czym nie powinny być przedmiotem zainteresowania ekonomii politycznej. Poglądy te były zgodne z założeniem teorii wartości, według której zasoby przyrody, nie będąc efektem pracy ludzkiej, nie mają wartości, tzn. nie tworzą nowej wartości i nie przenoszą pracy uprzedmiotowionej⁶³.

W ekonomii neoklasycznej podejście do problemów eksploatacji i wyczerpywania się zasobów naturalnych jest ściśle związane z poglądem, że rynek stanowi mechanizm koordynacji i optymalizacji działań jednostkowych podmiotów gospodarczych. Coraz rzadsze występowanie poszczególnych zasobów naturalnych będzie powodowało (w ujęciu neoklasycznym) wzrost cen tych zasobów, a to z kolei rozwój substytutów. Nie powinny zatem powstawać bariery wzrostu z powodu całkowitego wyczerpywania zasobów podstawowych surowców naturalnych.

Problematyka ta jest szczegółowo analizowana w ramach neoklasycznej teorii optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych – wyczerpywanych i odnawialnych. Kluczowym zagadnieniem tej teorii jest ocena społecznych preferencji w zakresie rozłożenia w czasie poziomu dobrobytu generacji teraźniejszych i przyszłych. Podstawą określenia cen zasobów nieodnawialnych jest zasada Hottelinga⁶⁴, która głosi, że w przypadku zasobów surowców nieodtwarzalnych ich wartość musi rosnąć w czasie wykładniczo w tempie określonym przez stopę procentową. Sprzyja temu mniej lub bardziej zmonopolizowany rynek surowcowy.

Teorię optymalnego wykorzystania zasobów precyzuje koncepcja Nordhausa⁶⁵. Według tej koncepcji wzrost ceny zasobów podstawowych jest ograniczony, ponieważ limituje go koszt wprowadzania tzw. technologii tła (*backstop technology*), pozwalających na udostępnienie alternatywnego źródła zasobów. Zasoby definiuje się zatem jako określony rodzaj surowca, bądź technologii, mogących zapewnić substytuty dla zasobów podstawowych, ale przy wyższym koszcie i bez ryzyka wyczerpania się możliwości „generowania” tych substytutów w najbliższym czasie. Koncepcja Nordhausa, podkreślając istnienie barier wzrostu cen rzadkich zasobów naturalnych, przyczyniła się do rozwoju neoklasycznej teorii optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych.

Umnieszczenie wartości środowiska przyrodniczego spowodowało, że po okresie ekonomii klasycznej, zainteresowanie czynnikiem przyrodni-

63 K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki, *Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, PWE, Warszawa 1998, s. 101.

64 S. Devarajan, R.C. Fischer, *Hotelling's economics of exhaustible resource: fifty years later*, „Journal of Economic Literature” 1981, no. 1, s. 65–73.

65 S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, *Ekologiczne uwarunkowania wzrostu gospodarczego w ujęciu społecznej teorii ekonomii*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Kraków 1993, s. 220–236.

czym w teorii ekonomii było znikome. Dopiero powróciło w drugiej połowie XX w., co oznaczało uznanie roli czynnika przyrodniczego w procesie gospodarowania. Maltuzjańskie podejście do analizy procesów gospodarczych, oparte na bezwzględnej ograniczoności zasobów, odnajdujemy w pierwszym Raporcie dla Klubu Rzymskiego⁶⁶.

Idee D. Ricardo odzwierciedlają się w poglądach głoszących, że nie istnieje problem ograniczoności zasobów we współczesnym świecie, ale kwestia kosztów ich dostępności. Koncepcja ricardiańska stanowiła zatem podstawę do dynamicznego prezentowania wielkości zasobów, co pozostawało w opozycji do, sformułowanej przez Malthusa, koncepcji „stałego, raz na zawsze danego wolumenu zasobów”. Zgodnie z dynamiczną teorią zasobów nie można bowiem powiedzieć, że zasoby „są”, ale że zasoby „stają się”⁶⁷. Teoria ta miała duży wpływ na zmianę postrzegania granicy zasobów. Postęp techniczny i szeroko rozumiany rozwój wiedzy ludzkiej pozwolił zwolennikom dynamicznej teorii zasobów na prezentowanie granicy zasobów w postaci jednej krzywej logistycznej oraz jej przesuwanie w czasie, przy czym granica ta przesuwana jest szczególnie dynamicznie w okresie przemysłowym.

Dynamiczna teoria zasobów wzbudza jednak kontrowersje dotyczące przede wszystkim szybkości, z jaką przesuwają się w czasie dwie zmienne, tj. granica zasobów i poziom zużycia aktualnie dostępnych zasobów. Zwolennicy wspomnianej teorii nie mogą bowiem zagwarantować, że tempo zużycia będzie wolniejsze od tempa odkrywania nowych zasobów, co stanowi słabość tej koncepcji. Nie mogą oni także zagwarantować, iż eksploatacja nowo odkrytych zasobów będzie ekonomicznie uzasadniona. Z tych względów bardziej prawdopodobny wydaje się rozwój „schodkowy”, będący złożeniem kilku krzywych logistycznych⁶⁸. Dynamiczna teoria zasobów mimo swoich słabości ma wielu zwolenników, którzy potwierdzenie słuszności swoich poglądów upatrują w odkrywaniu kolejnych złóż zasobów naturalnych, w tym paliw kopalnych.

Analizując szacunki Światowej Rady Energetycznej (ang. World Energy Council, WEC) w okresie 1993–2012, można stwierdzić, że znacznie wzrosły potwierdzone, światowe zasoby surowców konwencjonalnych⁶⁹. Zasoby gazu ziemnego zwiększyły się bowiem w tym okresie

66 D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.J. Behrens III, *Granice wzrostu*, PWE, Warszawa 1973.

67 H. Barnett, Ch. Morse, *Ekonomika zasobów...* oraz J. Dembowski, *Zarys ogólnej teorii zasobów naturalnych*, PWN, Warszawa 1989, s. 85.

68 B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, *Podstawy ekonomii...*, s. 130.

69 Wyjątek stanowią zasoby węgla kamiennego, które zmniejszyły się o ponad 13% w okresie 1993–2011.

z ok. 141 335⁷⁰ do ok. 209 742 bcm, tj. o prawie o 50%, zaś zasoby ropy naftowej z ok. 140 676 do ok. 223 454 mln t, tj. o prawie 60%⁷¹. W 2012 r. światowe zasoby technicznie wydobywalne tych surowców wynosiły odpowiednio ok. 440 bcm i ok. 540 mln t⁷².

Do wzrostu globalnych zasobów gazu i ropy naftowej przyczyniają się nie tylko zasoby tych surowców pochodzące z nowo odkrytych złóż konwencjonalnych, ale także (a może przede wszystkim) ze złóż niekonwencjonalnych, które obejmują przede wszystkim złoża gazu łupkowego (*shale gas*), gazu zamkniętego (*tight gas*) i metanu pokładów węgla (*coal bed methan*), a także złoża ropy łupkowej (*oil shale*) i ropy zamkniętej (*tight oil*)⁷³. Według amerykańskiej Agencji Informacji Energetycznej (ang. Energy Information Administration, EIA) światowe zasoby gazu pochodzące ze źródeł niekonwencjonalnych wynoszą ok. 350 bcm i stanowią ok. 80% technicznie wydobywalnych, konwencjonalnych złóż tego surowca. Około połowy wspomnianych zasobów stanowią zasoby gazu łupkowego, ok. 28% zasoby gazu zamkniętego, zaś ok. 22% zasoby metanu pokładów węgla⁷⁴.

Zwolennicy dynamicznej teorii zasobów wysnuwają więc optymistyczne twierdzenia, iż ilość i różnorodność dostępnych surowców, dzięki postępowi technicznemu, będzie się zwiększać szybciej niż ich wydobywanie⁷⁵. Słusznie często polemizuje się z tym stanowiskiem, zwracając uwagę, że dynamiczne ujęcie wielkości zasobów nie przekreśla istoty bariery surowcowej, a jedynie nadaje jej inną treść ekonomiczną⁷⁶. Rozważając dynamiczną teorię zasobów, należy także zwrócić uwagę na rosnącą rolę recyklingu, regeneracji, wielokrotnego użytkowania oraz dążenie do zamkniętych obiegów w procesach gospodarczych. Ograniczoność zasobów naturalnych jest jednym z czynników wpływających na reorientację gospodarki światowej w kierunku ograniczania wydobycia surowców przez stosowanie technologii materiałoooszczędnych oraz intensyfikację

70 Bcm = mld m³.

71 *World energy resources. 2013 Survey*, World Energy Council, <https://www.world-energy.org/publications/2013/world-energy-resources-2013-survey/> [dostęp 03.02.2014].

72 *Resources to reserves: Oil, gas and coal technologies for the energy markets of the future*, IEA, 2013.

73 T. Motowidlak, *Ewolucja barier zaopatrzenia świata w gaz ziemny i ropę naftową*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne. Rynki surowców i energii*, red. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, Fundacja na Rzecz Czystej Energii, Poznań 2015, s. 106.

74 *World Energy Outlook*, EIA, 2009.

75 J. Dembowski, *Światowa gospodarka surowcami mineralnymi*, PWE, Warszawa 1978, s. 94 i dalsze.

76 A. Podobiński, *Ceny surowców mineralnych i ich znaczenie dla rozwoju handlu zagranicznego krajów socjalistycznych*, „Zeszyty Naukowe AGH. Zagadnienia Techniczno-Ekonomiczne” 1981, nr 30, s. 25–27.

wykorzystania surowców z odpadów⁷⁷. Należy jednak zauważyć, że mimo wzrostu stosowania technologii mało- i bezodpadowych w przemyśle obiegi w pełni zamknięte są jeszcze nadal czasowo odległe, chociaż stanowią one wyznacznik przyszłości.

Na specyfikę gospodarowania zasobami naturalnymi zwrócił uwagę H. Siebert, podkreślając, że jest ona związana m.in. z warunkami eksploatacji, wysokimi kosztami pozyskania zasobów naturalnych (tzw. kosztami wejścia) i wysokim stopniem koncentracji kapitału. Poddał on analizie zagadnienia ryzyka prywatnego, a w szczególności społecznego, występującego w sytuacji braku dostosowania odpowiedniej do potrzeb gospodarki podaży nośników energii oraz problemy związane z występowaniem zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Z jego badań wynika, że dla zmniejszenia występowania ryzyka społecznego konieczna jest instytucjonalna (obok rynkowej) regulacja sfery gospodarowania zasobami energetycznymi⁷⁸.

Teoria szczupłości zasobów naturalnych przyjęta w większości teorii rozwoju gospodarczego jako aksjomat nadal stanowi temat wielu dyskusji naukowych. Nie można bowiem zakładać, że zasoby przyrody są nieograniczone i nigdy nie wystąpi przyrodnicza granica wzrostu gospodarczego w skali światowej. Należy więc zgodzić się ze stwierdzeniem M. Burchard-Dziubińskiej, że raz rozpoczęta dyskusja nad problemami występującymi na styku gospodarki i środowiska toczy się nadal i dotyczy wszystkich poziomów gospodarowania (mikro-, mezo-, makroekonomicznego oraz globalnego)⁷⁹.

Zużywanie zasobów naturalnych oraz ich nierównomierne rozmieszczenie na kuli ziemskiej zaliczane są do najważniejszych problemów w gospodarce globalnej. Głoszone przez przedstawicieli umiarkowanego determinizmu⁸⁰, a w szczególności przez J. Sachsa⁸¹ i P. Krugmana⁸², przekonanie, iż o sposobie prowadzenia i efektywności działalności gospodarczej decydują położenie geograficzne oraz środowisko naturalne, w tym dostępne zasoby przyrody, zyskuje obecnie duże uznanie, szcze-

77 A. Sadowski, *Ekonomiczne i ekologiczne aspekty zastosowania logistyki zwrotnej w obszarze wykorzystania odpadów*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010, s. 26–28.

78 Zob. więcej: H. Siebert, *Institutional arrangements for natural resources*, Kieler Reprints, Kiel 1996.

79 M. Burchard-Dziubińska, *Ekologiczne determinanty rozwoju gospodarczego*, [w:] *Ekonomia rozwoju*, red. R. Piasecki, PWE, Warszawa 2011, s. 231.

80 Pojęcie determinizmu geograficznego najczęściej łączy się z nazwiskiem F. Ratzela, twórcy geografii politycznej pod koniec XIX w. Zob. więcej: J. Barbag, *Geografia polityczna ogólna*, PWN, Warszawa 1974, s. 9–17.

81 J. Sachs, *The limits of convergence. Nature, nurture and growth*, „The Economist” 1997, vol. 343 (June 14).

82 P. Krugman, *Development, geography and economic theory*, The MIT Press, Cambridge (Massachusetts)–London 1999.

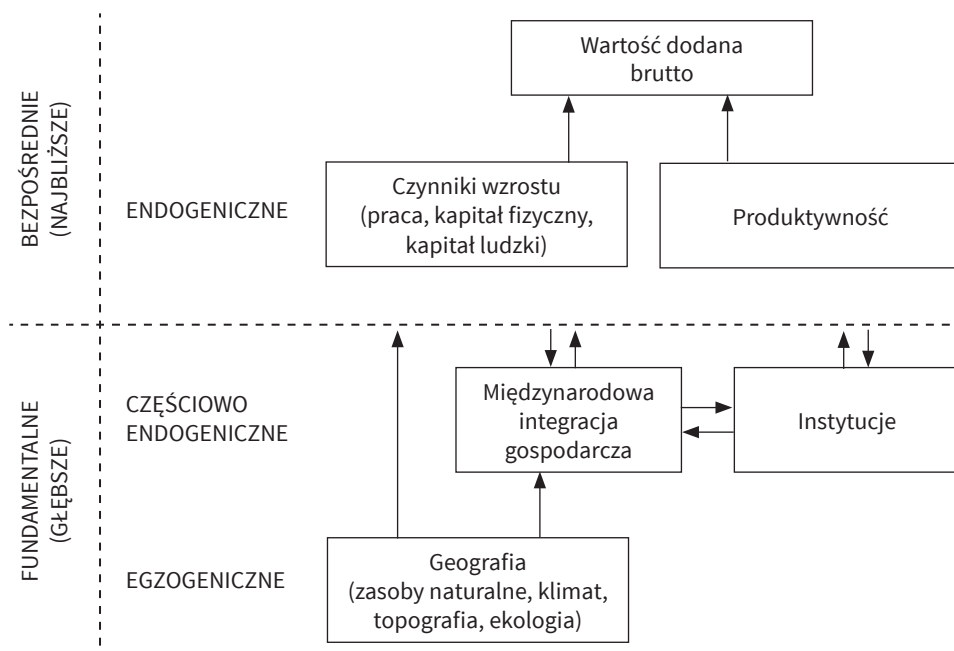
gólnie wśród przedstawicieli ekonomii rozwoju⁸³. Przy takim podejściu pozostałe czynniki, które wpływają na wielkość produktu, w tym ukształtowane historycznie instytucje gospodarcze (będące wynikiem działania ludzi w procesie gospodarowania), są pochodną czynnika przyrodniczego, zwanego również czynnikiem geograficznym.

Potwierdzenie szczególnej pozycji środowiska we współczesnej gospodarce stanowi także zaproponowany w 2003 r. przez D. Rodrika podział źródeł wzrostu gospodarczego (rysunek 2). Obok bezpośrednich (najbliższych) determinant wzrostu gospodarczego silny wpływ na ten wzrost wywierają także źródła fundamentalne (głębsze)⁸⁴. Obecnie wśród ekonomistów nie ma zgody w zakresie ważności oraz pierwszeństwa uwarunkowań tego wzrostu w długim okresie. Jednym z trzech istotnych fundamentalnych źródeł długookresowego wzrostu gospodarczego, według kryterium podziału D. Rodrika, są czynniki geograficzne. Lokalizacja gospodarki jest najczęściej rozstrzygająca dla tempa jej rozwoju⁸⁵. Wśród czynników geograficznych warunkujących to tempo główne znaczenie mają: dostępność zasobów naturalnych, klimat, topografia i ekologia, a właściwie sozologia, która wyznacza właściwe relacje i oddziaływania antroposfery na środowisko naturalne. Czynniki klimatyczne, takie jak np. temperatura powietrza, prędkość wiatru, intensywność opadów deszczu albo śniegu, częstość występowania zjawisk ekstremalnych, zależą nie tylko od szerokości geograficznej. Czynniki te wpływają na warunki gospodarowania w sektorze produkcyjnym, na produktywność rolnictwa oraz zdolność gospodarek do otwartej wymiany handlowej.

83 Za twórcę poglądu o występowaniu determinizmu przyrodniczego (geograficznego) w działalności gospodarczej można uznać T. Malthusa, znanego przede wszystkim jako autora teorii ludnościowej. W swych rozważaniach mówił o bezwzględnej ograniczoności zasobów, co w praktyce musi prowadzić do napotkania naturalnej granicy wzrostu gospodarczego. Zob. więcej: R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 86–89.

84 Zob. więcej: A. Wojtyna, *Teoretyczny wymiar zależności między zmianami instytucjonalnymi, polityką ekonomiczną a wzrostem gospodarczym*, „Gospodarka Narodowa” 2007, nr 5–6(189–190), s. 1–23, http://gospodarkanarodowa.sgh.waw.pl/p/gospodarka_narodowa_2007_05-06_01.pdf [dostęp 12.02.2014].

85 Według koncepcji *Tempus, locus, homo, casus et fortuna regit actum* J. Hozera, zwanej pentagonem źródeł sił sprawczych, w ekonomii istnieje pięć głównych przyczyn rozstrzygających o zjawiskach i procesach ekonomicznych. Przyczynami tymi są: czas, przestrzeń, człowiek, zdarzenie (celowe) i przypadek. Przestrzeń (lokalizacja gospodarki, o której mowa) jest zatem jedną z nich. Por. J. Hozer, *Czas i przestrzeń w modelowaniu ekonometrycznym: czyli: tempus, locus, homo, casus et fortuna regit actum*, „Rector's Lectures at Cracow University of Economics”, t. 34, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1997 oraz idem, *Tempus locus homo casus et fortuna regit factum – zbiór esejów ekonomicznych*, Instytut Analiz, Diagnoz i Prognoz Gospodarczych, Katedra Ekonometrii i Statystyki Uniwersytetu Szczecińskiego, Wyd. Oficyna „m Plus”, Szczecin 2003.

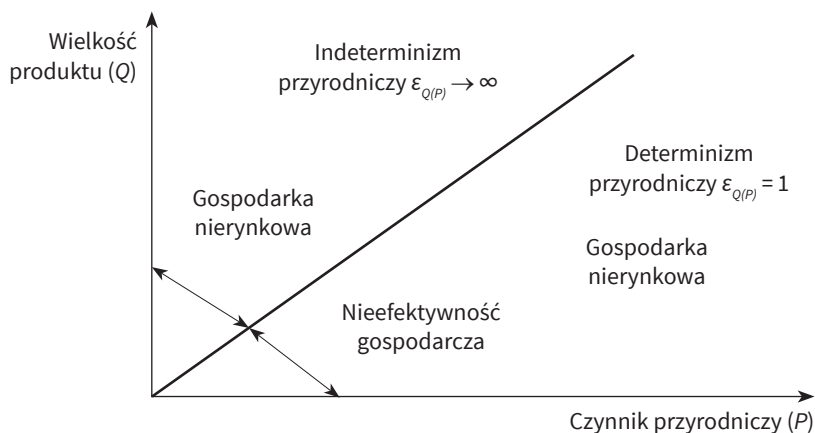


Rysunek 2. Bezpośrednie (najbliższe) i fundamentalne (głębsze) źródła wzrostu gospodarczego

Źródło: *In search of prosperity, Chapter I – Introduction. What do we learn from country narratives?*, ed. D. Rodrik, Princeton University Press, 2003, s. 6.

Badanie zależności między czynnikiem przyrodniczym a gospodarką pozwala na wyznaczenie granic pełnego determinizmu oraz pełnego indeterminizmu, w których mieszczą się poglądy dotyczące znaczenia czynnika przyrodniczego. Poglądy te przypisują temu czynnikowi stosunkowo szerokie spektrum znaczeń, od bardzo dużego do nieistotnego (rysunek 3)⁸⁶. Miarą stopnia determinizmu przyrodniczego jest elastyczność produktu $\varepsilon_{Q(P)}$ w stosunku do czynnika przyrodniczego (P) pod warunkiem oczywiście, że elastyczność tę można zmierzyć. Gdy elastyczność ta wynosi 1, występuje przypadek pełnego determinizmu, co oznacza, że wielkość produktu (Q) zależy w całości wprost proporcjonalnie od czynnika przyrodniczego. W szczególnie niekorzystnym przypadku, gdy w okresie wielu lat wspomniana elastyczność jest mniejsza od 1 i nie ma możliwości jej zwiększenia, pojawia się regres gospodarczy związany z wystąpieniem granicy wzrostu gospodarczego. Kiedy elastyczność dąży do nieskończoności, występuje przypadek indeterminizmu, co oznacza, że czynnik przyrodniczy nie wpływa na wielkość produktu.

⁸⁶ R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 26–27.



Rysunek 3. Czynnik przyrodniczy w działalności gospodarczej

Źródło: R. Bartkowiak, *Ekonomia rozwoju*, PWE, Warszawa 2013, s. 27.

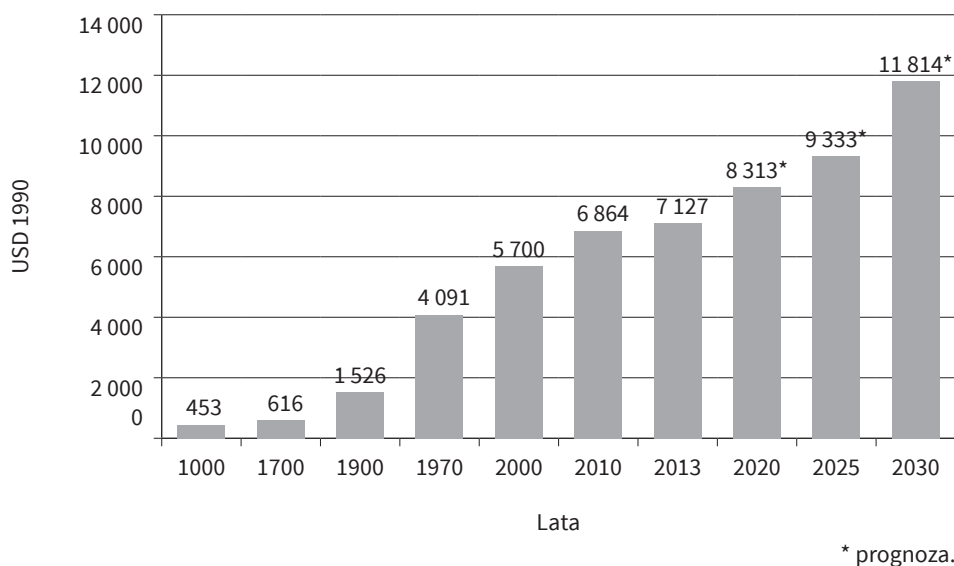
Historia rozwoju społeczeństw wskazuje, że przypadki pełnego determinizmu oraz pełnego indeterminizmu nie znajdują potwierdzenia. Należy jednak podkreślić, że im mniejszy jest stopień panowania nad czynnikiem przyrodniczym, tym niższy jest poziom zamożności społeczeństwa. W najbardziej rozwiniętych krajach wzrost stopnia wykorzystania czynnika przyrodniczego oznacza wzrost zamożności społeczeństwa. Jest to możliwe dzięki większej wiedzy tego społeczeństwa, co postrzegane jest w kategoriach wzrostu wartości kapitału ludzkiego. Odbywa się to zatem bez wzrostu liczby ludności.

W ramach podejścia przyrodniczego omawiane są teorie ludnościowe, ponieważ są one niezbędne w analizach gospodarki światowej. Przydatnym narzędziem w opisie związku między czynnikiem przyrodniczym a efektem gospodarczym jest przyrodnicza funkcja produkcji. Funkcja ta ma zastosowanie przede wszystkim w analizie wpływu działalności gospodarczej, zwłaszcza w skali światowej, na moment czasowy pojawienia się granicy wzrostu gospodarczego.

Przebieg przyrodniczej funkcji produkcji wskazuje, iż efekt produkcyjny zależy od dwóch czynników wytwórczych. Pierwszym z nich jest czynnik ludzki, drugim natomiast zasoby przyrody wykorzystywane w działalności gospodarczej. Odwołując się do teorii K. Darwina, można stwierdzić, że ludzie dążą do zwiększenia swej liczebności, co prowadzi do coraz intensywniejszego wykorzystania zasobów przyrody⁸⁷. Zatem

⁸⁷ K. Darwin, *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, PWRiL, Warszawa 1955, s. 71.

wzrost liczby ludzi zamieszkujących świat będzie nieuchronnie wiązał się ze wzrostem stopnia wykorzystania zasobów przyrody i bogaceniem się społeczeństw, co znajduje potwierdzenie w opisach zagadnień ludnościowych i gospodarczych (rysunek 4).



Rysunek 4. Szacunkowy poziom produktu krajowego brutto *per capita* na świecie w latach 1000–2030 wyrażony w USD z 1990 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Maddison, *The west and the rest in the world economy: 1000–2030. Maddisonian and Malthusian interpretations*, „World Economics” 2008, vol. 9, no. 2; *Historical and projected gross domestic per capita 2000–2030*, ERS International Macroeconomic Data Set, <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic> [dostęp 12.08.2014].

Dane liczbowe przedstawione na rysunku 4 potwierdzają stały wzrost liczby ludzi zamieszkujących świat, połączony ze wzrostem zażyłości mierzonej poziomem produktu krajowego brutto na osobę. Należy jednocześnie zauważyć, że gatunek ludzki dotychczas skutecznie unikał pułapki maltuzjańskiej. Jednak rozpoznanie „granic wzrostu” na początku lat 70. XX w. doprowadziło do konieczności świadomego gospodarowania zarówno czynnikiem ludzkim, jak i zasobami przyrody.

Podejście przyrodnicze miało też swoich przeciwników. Wśród nich czołową postacią jest R. Solow, który, krytykując teorię stanu stacjonarnego D. Ricardo, stwierdził, że dla wzrostu gospodarczego nie ma

ograniczeń, a jego granica nie występuje. Podobne poglądy wyraził T.W. Schultz, formułując teorię kapitału ludzkiego, oraz M. Kremer, formułując hipotezę ludnościową⁸⁸. Istnieje także pogląd, że niedostatki warunków geograficznych mogą być wyeliminowane w wyniku zastosowania rozwiązań zaproponowanych przez instytucje publiczne⁸⁹. Podaje się za przykład Australię, która w przeważającej części na skutek oddziaływania klimatu tropikalnego jest pustynna i jałowa, co wpływa na bardzo niską żyzność gleby. Pomimo tego, poziom życia w Australii jest jednym z najwyższych na świecie. Według wskaźnika rozwoju społecznego (ang. *Human Development Index*, HDI) w 2013 r. Australia uplasowała się na drugim miejscu w świecie pod względem rozwoju kapitału ludzkiego⁹⁰. Innym przykładem mogą być Mauritius i Botswana, które pomimo niekorzystnych warunków geograficznych, tropikalnego klimatu znalazły się na drodze trwałego oraz dynamicznego rozwoju. Było to możliwe m.in. dzięki dobrze zorganizowanym i zarządzanym instytucjom publicznym.

Rozbieżności poglądów odnoszące się do zależności występujących pomiędzy gospodarką i środowiskiem pogłębiają sprzeczności w obecnej ocenie globalnej sytuacji w zakresie środowiska naturalnego i zasobów naturalnych. Niekwestionowany jest jednak fakt zaostrzenia i internacjonalizacji współczesnego kryzysu ekologicznego, na co zwrócono uwagę już w latach 60. i 70. ubiegłego wieku⁹¹. Wizja urzeczywistnienia się granicy wzrostu gospodarczego spowodowała zainteresowanie nowymi problemami powstającymi na styku gospodarki i środowiska. W badaniach współzależności między środowiskiem a gospodarką zwrócono uwagę na fizyczny wymiar procesów gospodarowania. Energia, materia i informacja stanowią podstawę życia biologicznego i funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych.

System społeczno-gospodarczy wraz ze środowiskiem przyrodniczym tworzy zwartą całość zwaną makrosystemem (rysunek 5). Makrosystem łączący społeczeństwo, gospodarkę i przyrodę jest układem otwartym na otoczenie kosmiczne. Z Kosmosu do tego makrosystemu dociera energia

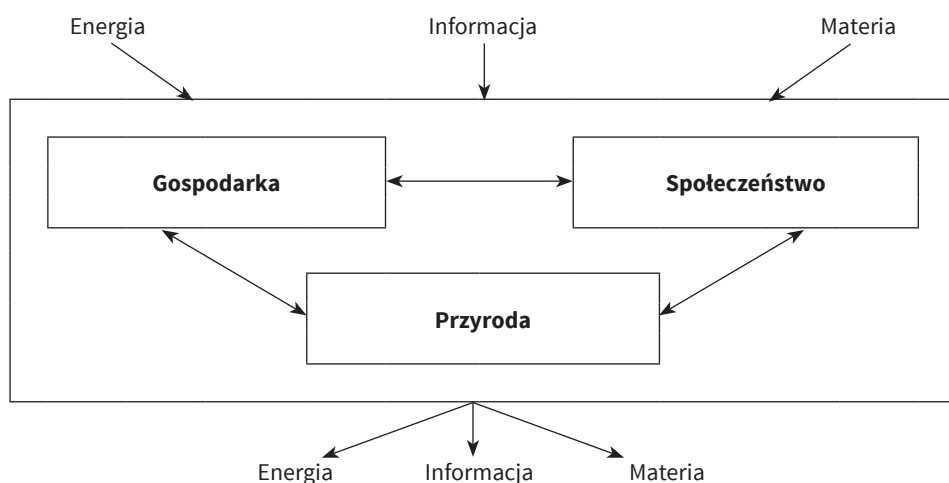
88 Zob. więcej: R. Bartkowiak, *Ekonomia...*, s. 92–102.

89 Zob. więcej: I.W. McLean, A.M. Taylor, *Australian growth: a California perspective*, „National Bureau of Economic Research”, Working Paper Aug. 2001, no. 8408.

90 Wskaźnik rozwoju społecznego, zwany inaczej wskaźnikiem rozwoju ludzkiego, jest syntetycznym miernikiem opartym na średniej trzech wskaźników cząstkowych. Obejmują one trzy podstawowe sfery życia, tj. sferę edukacji, zdrowia i dochodu. Zob. więcej: A. Jankowska, *Zastosowanie wskaźnika rozwoju społecznego do oceny sytuacji społeczno-gospodarczej krajów Unii Europejskiej w latach 2004–2011*, „Toruńskie Studia Międzynarodowe” 2012, nr 1(5), s. 1–10.

91 Zob. więcej: S. Czaja, *Klub Rzymski a problemy ekologiczne*, „Aura” 1988, nr 10, s. 3–5.

(zwłaszcza energia Słońca), materia i informacje dekodowane poprzez eksplorację naukową. Jednak ma także miejsce ruch w odwrotnym kierunku. Głównie w postaci rozproszonego ciepła wspomniany makrosystem opuszcza energia, zaś w postaci cząsteczek i atomów oraz wytworów sztucznych opuszcza go materia. Zarówno energia, jak i materia są dodatkowo nośnikami informacji, które ulatują w Kosmos. Taka interpretacja makrosystemu jest użyteczna do wykazania termodynamicznego wymiaru przepływających strumieni i wyeksponowania globalnego ich charakteru. Tego typu sposób myślenia jest zgodny z podejściem zaprezentowanym przez K. Bouldinga i C. Sagana, w postaci „Ziemi-statku kosmicznego”⁹² oraz twórców modelowania globalnego⁹³.



Rysunek 5. Otwarty system społeczno-gospodarko-przyrodniczy

Źródło: S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, wyd. 2, poprawione i rozszerzone, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 25.

92 K.E. Boulding, *Ekonomika Ziemi – statku kosmicznego nadchodzącej przyszłości*, [w:] *Środowisko – Społeczeństwo – Gospodarka. Wybór przekładów z literatury anglosaskiej*, ESEŚiZN, Kraków 1992.

93 Określenie „modelowanie globalne” (*global modeling*) pojawiło się w literaturze z zakresu nauk społecznych i ekonomicznych na początku lat 70. ubiegłego stulecia. Opinię taką podziela wielu autorów, w tym m.in. G. Bruckmann, *Global modeling*, „Futures” 2001, no. 33, s. 13. Dość powszechnie uważa się, że modelowanie globalne zostało zapoczątkowane wraz z opracowaniem przez J. W. Forreстера symulacyjnego modelu świata, znanego pod nazwą World2. Tak twierdzi m.in. R.W. Chadwick, *Global modeling: Origins, assessment, and alternative futures*, „Simulation&Gaming” 2000, no. 31/1, s. 51.

We współczesnej teorii ekonomii związki między środowiskiem przyrodniczym a gospodarką i społeczeństwem ujawniły potrzebę analizy tych zależności. Silnie utrwalona w tej teorii koncepcja systemu społeczno-ekonomicznego wpłynęła na postrzeganie środowiska przyrodniczego jako otoczenia dla procesów społecznych i gospodarczych. Podobnie jak w makrosystemie łączącym społeczeństwo, gospodarkę i przyrodę, również między systemem społeczno-ekonomicznym a otoczeniem przyrodniczym występuje przepływ materii, energii i informacji. Rozwój społeczno-gospodarczy nie rozszerza w istotny sposób fizycznego wymiaru otoczenia przyrodniczego. Zmienia jedynie zakres wykorzystania materii i energii, które potencjalnie stanowią przedmiot działalności gospodarczej. Potęga i zdolności rozwojowe każdego społeczeństwa zależą od tego, w jaki sposób i z jaką skutecznością potrafi ono eksploatować energię i materię oraz wykorzystywać informację⁹⁴. Stwierdzeń tych doszukać się można już w teoriach D. Ricardo i A. Smitha⁹⁵.

System społeczno-ekonomiczny można traktować jako otwarty, jeżeli przedmiotem zainteresowania będą wszystkie przepływy materii, energii i informacji, lub jako względnie odosobniony, gdy analizowane będą tylko najbardziej znaczące bodźce i reakcje⁹⁶. W otwartym systemie społeczno-ekonomicznym istotny jest fizyczny aspekt jego funkcjonowania dość powszechnie zastępowany w teorii ekonomii ujęciem wartościowym.

Rosnąca intensyfikacja wymiany materii i energii między systemem społeczno-ekonomicznym a przyrodą jest następstwem nie tylko rosnącej liczby ludności i rozwoju jej potrzeb, ale także skutkiem przemian ekonomicznych. Rozwój gospodarczy zmienia relacje i mechanizmy równowagi wewnątrz ekosystemów. Wzrastające i wzajemnie oddziałujące na siebie procesy gospodarcze i przyrodnicze zmuszają do przeanalizowania relacji człowiek – przyroda z punktu widzenia praw termodynamiki⁹⁷. Prawa te nie pozwalają ominąć określonych barier przyrodniczo-fizycznych działalności gospodar-

94 S. Czaja, *Entropia jako podstawa analizy ograniczoności zasobów naturalnych*, „Ekonomia i Środowisko” 1995, nr 1(6), s. 9.

95 Hipotezy stagnacji sekularnej sformułowanej przez D. Ricardo doszukać się można w poglądach dotyczących natury i bogactwa narodów głoszonych przez A. Smitha. Zob. więcej: B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, *Podstawy ekonomii...*, s. 4–5.

96 S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, *Ekologiczne uwarunkowania...*, s. 84.

97 Pierwsza zasada dotyczy zachowania energii układów termodynamicznych, druga oznacza nieodwracalność procesów makroskopowych (inaczej prawo entropii), zaś według trzeciej entropia maleje do zera, gdy temperatura tego ciała zbliża się do zera bezwzględnego (inaczej zasada Nernsta-Plancka). Dodatkowo formułuje się tzw. zasadę zerową, która odnosi się do równowagi cieplnej układu fizycznego oraz tzw. zasadę czwartą (zasadę Onsagera).

czej i funkcjonowania ludzkiej cywilizacji⁹⁸. W rzeczywistości nie można bowiem powiększyć zasobów kapitałowych, nakładów pracy, a w efekcie produkcji i konsumpcji, bez dodatkowego uszczuplenia zasobów naturalnych i zwiększenia entropii⁹⁹. Zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki, będącą podstawą podejścia opartego na bilansowaniu, materia i energia nie mogą być bowiem ani stworzone, czyli nie mogą powstać „z niczego”, ani też zostać zniszczone, tj. zniknąć „bez śladu”. Mogą za to ulegać przemianom w inne formy, zgodnie z określonymi zależnościami ilościowymi.

Niemożliwość kreacji materii i energii oznacza, że konieczne jest respektowanie ograniczoności zasobów naturalnych, szczególnie najłatwiej przyswajalnych, a przez to najszerzej stosowanych, w procesach gospodarczych. Konsekwencją tego jest konieczność racjonalnej eksploatacji dostępnych zasobów i poszukiwanie technicznych sposobów wykorzystania trudno obecnie dostępnych postaci materii i energii¹⁰⁰. Materia i energia nie mogą ulec całkowitej destrukcji. Muszą one zatem znaleźć swoje miejsce w dostępnej przestrzeni. Dotyczy to zwłaszcza wytwarzanych przez systemy społeczno-ekonomiczne odpadów i zanieczyszczeń¹⁰¹. Dowolny komponent ekosystemu globalnego ma ograniczoną pojemność fizyczną i asymilacyjną. Nie może być zanieczyszczany w nieskończoność. Stanowi to potwierdzenie istotności racjonalnego gospodarowania zasobami, wynikającego z pierwszego prawa termodynamiki.

Ewolucja przemian materii i energii została określona przez drugą zasadę termodynamiki. Według tego prawa materia i energia mogą zmieniać się tylko w jednym kierunku, tzn. od używalności do nieużywalności. Oznacza to, że wszystko co we Wszechświecie rozpoczęło się atrybutami struktury i wartości, nieodwołalnie zmierza w kierunku chaosu i zniszczenia¹⁰². Entropijność jako cecha złożonych układów społeczno-ekonomicznych daje się zidentyfikować w postaci wielu procesów i zjawisk, które można rozpatrywać na kilku poziomach.

Entropijność jest skłonnością systemu do kreowania rosnącego nieuporządkowania. Systemy społeczno-ekonomiczne, aby istnieć, muszą pobierać energię, materię i informację z otoczenia. Zgodnie z prawem

98 Zob. więcej: N. Goergescu-Roegen, *Scarcity and growth reconsidered*, Johns Hopkins University Press, Baltimore 1979.

99 S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne podstawy...*, s. 28.

100 Zob. więcej: D. Drabińska, *Ekologiczne aspekty zrównoważonego rozwoju w myśli ekonomicznej XX i XXI wieku*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego. Studia i Prace” 2011, nr 4(8), s. 18–21.

101 S. Czaja, *Entropia...*, s. 10.

102 Zob. więcej: H.M. Szoego, *Wybrane aspekty zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich z punktu widzenia ekonomiki środowiska*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu” 2006, nr 540, s. 304–310 oraz S. Czaja, *Entropia...*, s. 11.

entropii każdy izolowany system charakteryzuje się wzrostem dezorganizacji i nieuporządkowania. Dlatego też, aby przedłużyć swoje funkcjonowanie, system taki zmuszony jest pobierać z otoczenia niską entropię, rozumianą jako zasoby dostępnej, użytecznej energii i materii, stając się dzięki temu systemem otwartym. Bez niskiej entropii, czyli użytecznej energii i surowców, nie są możliwe ani produkcja, ani konsumpcja, ani jakiegokolwiek przemiany wewnątrz systemów społeczno-ekonomicznych. Entropijność systemów społeczno-ekonomicznych wyraża się więc w ścisłym materialno-energetycznym wymiarze procesów, zwłaszcza produkcji i konsumpcji. Nie pomniejsza to jednak użyteczności koncepcji entropii w analizach społeczno-ekonomicznych. Świadoma działalność człowieka może spowalniać procesy entropijne wewnątrz układu społeczeństwo-gospodarka, ale wymaga to zasobów niskiej entropii¹⁰³. Należy jednocześnie podkreślić, że wykorzystanie zasobów niskiej entropii w rozwoju i funkcjonowaniu systemów społeczno-ekonomicznych wiąże się z generowaniem wysokiej entropii w postaci zanieczyszczeń i odpadów, które stanowią efekty uboczne procesów gospodarczych.

Celem procesu gospodarczego nie jest jednak wzrost entropii, lecz dobrobytu i jakości życia¹⁰⁴. Właściwy wymiar tego problemu sprowadza się do szybkości generowania polutantów i możliwości osłabienia tempa powiększania się w ten sposób entropii. Dlatego też procesy społeczno-gospodarcze powinny być tak zorganizowane i uporządkowane, aby redukować pobór nośników energii ze środowiska i jego obciążenie. Ostatni aspekt entropijności systemów społeczno-ekonomicznych przejawia się zdolnością do tworzenia nowych struktur i zasad funkcjonowania systemów jedynie poprzez wykorzystanie niskiej entropii z bezpośredniego otoczenia przyrodniczego i z szerszego otoczenia kosmicznego¹⁰⁵.

Spółeczno-ekonomiczna interpretacja prawa entropii stwarza nowe, interesujące możliwości przeanalizowania wielu, wydawałoby się bardzo tradycyjnych problemów i prawidłowości ekonomicznych¹⁰⁶. Odwołując się do pojęcia entropii, pojawiają się m.in. nowe możliwości interpretacji problemu racjonalności i sprawności danego systemu. Problem ten można bowiem przeanalizować w kategoriach ekonomiczno-ekologicznych, a także w kontekście związków między racjonalnością mikroekonomiczną i makroekonomiczną.

103 B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, *Podstawy ekonomii...*, s. 19–20.

104 Zob. więcej: S. Czaja, *Entropijno-energetyczna analiza procesów gospodarczych. Kierunki rozwoju analizy energetycznej*, „Ekonomia i Środowisko” 1992, nr 2, s. 9–20.

105 S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne...*, s. 33.

106 *Kierunki rozwoju współczesnej ekonomii*, red. B. Fiedor, wyd. 2 poprawione, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1992, s. 148.

Zastosowanie prawa entropii daje teoretyczne podstawy dla rozwoju analizy sprawności energetycznej współczesnych systemów ekonomicznych. Rozwój analizy energetycznej ma sprzyjać szukaniu rozwiązań prowadzących m.in. do zmniejszania obciążenia środowiska przez minimalizację zużycia nieodnawialnych paliw kopalnych. Analiza energetyczna ma charakter teoriopoznawczy, ale również wskazuje na duże możliwości przebadania zagadnień ekonomicznych i ekologicznych w zakresie gospodarowania energią.

Na podstawie dotychczasowych osiągnięć badawczych można wyróżnić kilka kierunków rozwoju analizy energetycznej. Dotyczą one:

- porównywania efektów z nakładami określonymi w jednostkach energii,
- porównywania rzeczywistych nakładów energii z nakładami hipotetycznymi,
- porównywania globalnych nakładów energii ze zagregowanymi, stosowanymi aktualnie wskaźnikami rozwoju społeczno-ekonomicznego,
- badania możliwości przełamania przestrzennej i jakościowej energetycznej bariery rozwojowej,
- analizy globalnych bilansów energetycznych oraz badania problemu tzw. efektu cieplarnianego¹⁰⁷.

Entropijność procesów społecznych i gospodarczych wykazuje, że rozwijana dotychczas teoria ekonomii oparta jest na niewłaściwym paradygmacie¹⁰⁸. Postrzega on gospodarkę jako system zamknięty i autonomiczny, który nie współpracuje z innymi systemami. Takie podejście, szczególnie w warunkach ograniczoności zasobów naturalnych, okazało się niewłaściwe, stąd też często mówi się o kryzysie teorii ekonomii i zmianie paradygmatu tej nauki¹⁰⁹.

Uznanie działania prawa entropii w procesach gospodarczych i entropijność systemów społeczno-ekonomicznych wymagają więc zmiany spojrzenia na gospodarkę¹¹⁰. Każdy wymiar tej gospodarki, od lokalnego poczy-

107 Zob. więcej: S. Czaja, *Entropijno-energetyczna analiza funkcjonowania i dynamiki systemów społecznoekonomicznych*, [w:] *Pojęcie zasobów naturalnych i środowiska przyrodniczego (naturalnego) w teorii wzrostu gospodarczego. Próba przeglądu i klasyfikacji*, red. S. Czaja, Z. Jakubczyk, H. Piotrowicz, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 1989, nr 489, s. 109.

108 S. Czaja, Z. Jakubczyk, *Spory wokół przedmiotu badań ekonomii politycznej (sayowsko-langowskie a ekologiczne ujęcie związków człowiek-przyroda)*, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 1991, nr 572, s. 15–22.

109 Zob. więcej: S. Czaja, *Problemy ekologiczne w teorii ekonomii*, „Aura” 1987, nr 2, s. 5–6; idem, *Ekonomia neoklasyczna a ekologia*, *ibidem*, 1990, nr 3, s. 7–9; idem, *Ekonomia postkeynesowska a ekologia*, *ibidem*, nr 4, s. 3–4.

110 B. Kamiński, M. Okólski, *Teoria ekonomii a entropia*, „Economista” 1979, nr 2, s. 345–372.

nając, na światowym kończąc, staje się elementem składowym otwartego układu globalnego. Skutki działalności gospodarczej poszczególnych podmiotów podlegają dyfuzji i wywołują często zjawiska bardzo odległe przyczynowo i czasoprzestrzennie. Utrudnia to niejednokrotnie określenie nie tylko bezpośrednich ich przyczyn, ale również kierunków ewolucji. Za jeden z istotnych rodzajów takiej działalności można uznać transport.

1.4. Globalny wymiar przyrodniczych barier rozwoju społeczno-gospodarczego

Negatywne skutki dynamicznego rozwoju gospodarek, takie jak np. nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych, zanieczyszczenie powietrza, wód, zanikanie różnorodności gatunkowej związane z rozszerzaniem się antroposfery oraz z ekspansją człowieka na obszary naturalne, zaczęły się pojawiać już od pierwszej rewolucji przemysłowej. Skutki te zdominowały kierunki dalszych badań nad wzrostem i rozwojem gospodarczym.

Większość dotychczasowych koncepcji wzrostu gospodarczego koncentrowała się bowiem na dwóch wzajemnie wykluczających się tezach. Pierwsza z nich, wynikająca z teorii wzrostu, głosiła, że tempo wzrostu gospodarczego rośnie wraz ze wzrostem stopy inwestycji. Druga teza, której źródłem była teoria maksymalizacji użyteczności lub teoria szczęścia, głosiła, że produkt krajowy rośnie wraz ze wzrostem popytu, czyli spożycia¹¹¹. Wiadomo, że nie można jednocześnie maksymalizować stopy inwestycji i stopy konsumpcji. Konsumpcja ogranicza inwestycje i odwrotnie. Z czasem stało się jasne, że istnieje jeszcze trzeci czynnik ograniczający tempo wzrostu gospodarczego. Jest nim środowisko naturalne i jego zdolności do homeostazy w skali makro. Poglądy o konieczności uwzględniania w teorii ekonomii aspektów środowiskowych są przejawem tzw. defetyzmu ekologicznego i związanej z nim koncepcji wzrostu gospodarczego. Defetyzm ekologiczny oznacza propagowanie z jednej strony postulatu o społecznej potrzebie walki z zagrożeniem środowiska przyrodniczego, a z drugiej poglądu, że naprawa zniszczeń dokonanych w środowisku musi się odbywać kosztem dobrobytu materialnego¹¹².

111 Ch. Lis, *Wartość dodana brutto i jej znaczenie w procesie akumulacji kapitału w świetle teorii wzrostu i konwergencji. Podejście taksonomiczne*, Wyd. Volumina. pl Daniel Krzanowski, Szczecin 2013, s. 161.

112 B. Fiedor, *Przyczynek do ekonomicznej teorii zanieczyszczenia i ochrony środowiska*, Ossolineum, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk 1990, s. 5.

Konieczność uwzględniania w badaniach nad rozwojem społeczno-gospodarczym świata, obok czynników ekonomicznych i społecznych, również czynników środowiskowych jest niekwestionowaną cechą współczesności, na co zwrócono uwagę w analizie przyrodniczo-fizycznych uwarunkowań rozwoju. Należy zgodzić się z poglądem głoszonym przez B. Poskrobko, że największym błędem ekonomii klasycznej było traktowanie niewydobytých lub niepozyskanych zasobów oraz wszystkich procesów i walorów środowiska jako dóbr wolnych, nieposiadających wartości¹¹³.

Paradoksem wydaje się, że nawet nieodnoszące się bezpośrednio do środowiska przyrodniczego teorie handlu zagranicznego uznały wysoką wartość zasobów naturalnych, w tym także tych, które występują w obfitości. Cena tych zasobów może wzrosnąć na skutek wymiany międzynarodowej, o czym mówi twierdzenie Stolpera-Samuelsona¹¹⁴. Kosztownym dla krajów wysoko rozwiniętych potwierdzeniem efektu Stolpera-Samuelsona był kryzys energetyczny na początku lat 70. XX w., wywołany spadkiem podaży i gwałtownym wzrostem cen ropy naftowej. Trudność szybkiego zastąpienia ropy naftowej alternatywnym źródłem energii w procesach produkcyjnych spowodowała wzrost kosztów produkcji i recesję gospodarczą w Stanach Zjednoczonych oraz w innych wysoko rozwiniętych krajach, w znacznym stopniu uzależnionych wówczas od importu tego surowca¹¹⁵.

Wskazanie ekonomicznych argumentów potwierdzających rangę zasobów naturalnych w rozwoju społeczno-gospodarczym rozpoczęło, trwający po dzień dzisiejszy, proces zmiany myślenia dotyczący postrzegania istoty tych zasobów. Dostrzeżono, że dysharmonia między środowiskiem a społeczeństwem, występująca zwłaszcza w krajach o wysokim stopniu rozwoju społeczno-gospodarczego, doprowadziła do kolonizacji przyrody. W konsekwencji interakcje między środowiskiem a społeczeństwem prowadzą do trwałych i celowych oddziaływań człowieka na ekosystemy oraz elementy środowiska bez uwzględnienia skutków, jakie powodują¹¹⁶.

113 B. Poskrobko, *Usługi środowiska jako kategoria ekonomii zrównoważonego rozwoju*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1, s. 24.

114 W.F. Stolper, P.A. Samuelson, *Protection and real wages*, „Review of Economic Studies” 1941, no. 9, s. 58–73.

115 M. Łuszczuk, *Odpowiedzialność człowieka za środowisko przyrodnicze w umiarkowanym antropocentrycznym systemie wartości*, [w:] *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju w XXI wieku*, red. B. Kryk, „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 7–8, t. III, s. 221.

116 E. Kośmicki, *Główne zagadnienia ekologizacji społeczeństwa i gospodarki*, Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2009, s. 52–54.

Człowiek oddziałuje na otaczające go środowisko naturalne w sposób odmienny od reszty istot żywych. Odmienność pozyskiwania materii i energii, ich przetwarzanie, magazynowanie, konsumowanie, a także usuwanie ich do środowiska spowodowała, że w bardzo krótkim czasie (w wymiarze czasu geologicznego) *homo sapiens* stał się gatunkiem dominującym i nawet determinującym życie na Ziemi¹¹⁷. Było to głównie rezultatem rozwoju kultury materialnej, zwłaszcza nowych metod produkcji i eksploatacji nowych zasobów naturalnych, a także dokonujących się historycznie przekształceń miejsca człowieka w przyrodzie.

Wymienione wyżej czynniki wpłynęły na szybki rozwój nowych stosunków społecznych, dynamiczny przyrost ludności i poprawę sytuacji społeczno-ekonomicznej w wielu regionach świata. Stało się to możliwe przede wszystkim dzięki ekspansji gospodarczej na nowych, zwłaszcza bogatych w cenne zasoby naturalne (w tym paliwa kopalne), obszarach. Nowe potrzeby, aspiracje, oczekiwania, postawy i cele życia, a także możliwości i środki ich zaspokojenia wskazywały na ścisły związek z uprzemysłowieniem i rozwojem gospodarczym, opartym na eksploatacji zasobów naturalnych.

Z początkiem lat 40. XX w. działalność człowieka w środowisku przyrodniczym przybierała charakter ogólnoświatowy, a jego oddziaływanie, przede wszystkim pośrednie, objęło niemal całą kulę ziemską¹¹⁸. Stosunki człowiek-środowisko były coraz bardziej „rozszerzane”, co prowadziło do zaostrzenia konfliktu. Brak współmierności między skalą i tempem ludzkiej ingerencji w ekosystemy a ewolucyjnie ukształtowanym mechanizmem równowagi układów środowiskowych skutkowało ubożeniem i niszczeniem świata żywego. Konsekwencją naruszenia tej równowagi było pojawienie się ograniczeń w dostępności do zasobów i walorów środowiska. Ograniczenia te prowadziły do pogarszania warunków i jakości ludzkiego życia, co w konsekwencji powodowało obniżenie dobrobytu społecznego¹¹⁹. Począwszy od końca lat 60. XX w., mówi się coraz powszechniej o globalnym wymiarze zagrożeń i dewastacji człowieka. W raporcie z 1969 r. sekretarz generalny ONZ U Thant nazwał ówczesny stan stosunków społeczeństwo-środowisko kryzysem o zasięgu ogólnoświatowym obejmującym zarówno kraje rozwinięte, jak i rozwijające się¹²⁰.

117 R. Janikowski, *Zarządzanie antropopresją. W kierunku zrównoważonego rozwoju społeczeństwa i gospodarki*, Difin, Warszawa 2004, s. 7.

118 B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój transportu na tle współczesnych procesów społeczno-gospodarczych*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013, s. 78.

119 *Model gospodarki przestrzennej ekologicznie uwarunkowanej*, red. J. Kołodziej-ski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 1991, s. 74–81.

120 U Thant, *Człowiek i jego środowisko*. Raport Sekretarza Generalnego ONZ z dnia 26.05.1969 r., [w:] J. Zieliński (wybór tekstów), *Dajcie szansę Ziemi*, Warszawa 1971, s. 234.

Pojęcie kryzysu ekologicznego nie jest jednoznacznie definiowane. Najczęściej kryzys ten jest określany jako taki stopień zanieczyszczenia środowiska, którego przekroczenie uniemożliwia samooczyszczenie i samoodtworzenie biocenoz i ekosystemów¹²¹. Inne definicje podkreślają społeczny charakter kryzysu ekologicznego. Określają one go bowiem jako taki stan powiązań i zależności między człowiekiem a przyrodą, który powoduje zmiany w środowisku przyrodniczym mogące prowadzić do zahamowania rozwoju społeczno-gospodarczego i niezaspokojenia niektórych potrzeb ludzkich¹²². Można uznać, iż tak rozumiane pojęcie kryzysu ekologicznego jest tożsame z pojęciem ekologicznych barier rozwoju społeczno-gospodarczego zdefiniowanym m.in. przez A. Jankowską-Kłapkowską, K. Górkę i B. Poskrobko.

A. Jankowska-Kłapkowska za ekologiczne bariery rozwoju społeczno-gospodarczego uznała takie zmiany w stanie środowiska przyrodniczego, które naruszają równowagę ekologiczną i zmniejszają lub wykluczają możliwość pełnienia przez to środowisko wszystkich jego funkcji¹²³. Natomiast K. Górka i B. Poskrobko za ekologiczne bariery uznali ograniczenia rozwoju gospodarczego spowodowane głównie emisją zanieczyszczeń oraz niewłaściwym gospodarowaniem przestrzennym¹²⁴. Należy jednak zauważyć, że wraz z upowszechnieniem się pojęcia „kryzys” jest ono częściej stosowane w analizach procesów społeczno-gospodarczych w wymiarze ogólnosiwiatowym.

Rozwój teorii gospodarowania w warunkach ograniczoności zasobów naturalnych i zanieczyszczenia środowiska, który nastąpił wraz z opublikowaniem pierwszego raportu opracowanego dla Klubu Rzymskiego, jednoznacznie potwierdził rosnącą zależność systemów ekonomicznych i społecznych od środowiska. Egzogeniczny i endogeniczny charakter środowiska przyrodniczego w stosunku do systemu gospodarczego powoduje, że zarówno rozmiary i struktura gospodarki, jak i zasady jej funkcjonowania uwarunkowane są ilościowym i jakościowym stanem środowiska.

121 T. Fotopoulos, *The ecological crisis as part of the present multidimensional crisis and inclusive democracy*, „International Journal of Inclusive Democracy”, June 2007, vol. 3, no. 3, s. 34; *Leksykon ekologii i ochrony środowiska*, <http://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/kryzys-ekologiczny> [dostęp 12.02.2014].

122 G. Dobrzański, *Istota i cechy współczesnego kryzysu ekologicznego*, „Ekonomia i Środowisko” 1999, nr 1(14), s. 13; E. Kośmicki, *Główne zagadnienia...*, s. 77.

123 A. Jankowska-Kłapkowska, *Ekologiczne uwarunkowania rozwoju gospodarczego i społecznego*, [w:] *Interdyscyplinarne podstawy ochrony środowiska przyrodniczego. Kompendium do nauczania i studiowania*, red. B. Prandecka, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław–Warszawa–Kraków 1993, s. 58.

124 K. Górka i B. Poskrobko, *Ekonomika...*, wyd. II zm., s. 78.

Zatem zależność od niego może prowadzić w pewnych warunkach, poprzez działanie sprzężeń zwrotnych, do powstawania ekologicznych barier rozwoju społeczno-gospodarczego. Przykładem takich warunków jest rozwijająca się żywiolowo globalna gospodarka, która, wobec braku właściwych mechanizmów kontroli społecznej i politycznej, prowadzi do narastania wielu zagrożeń środowiskowych, ekonomicznych i społecznych¹²⁵. Konieczne jest więc prowadzenie obserwacji i badań nad charakterem wspomnianych powyżej sprzężeń zwrotnych pomiędzy poszczególnymi systemami i odpowiednie reagowanie w sytuacji zagrożenia.

Powiązania gospodarki ze środowiskiem w polskiej literaturze przedmiotu wyeksponowali K. Górka i B. Poskrobko, autorzy pierwszego podręcznika z dziedziny ekonomiki ochrony środowiska¹²⁶. Zwrócili oni uwagę, że gospodarcze wykorzystanie środowiska powoduje jego stopniową degradację. Zanieczyszczenia i przekształcenia środowiska nie tylko utrudniają saomoreprodukcję zasobów naturalnych, lecz także powodują pogorszenie warunków funkcjonowania systemu społeczeństwo-gospodarka-przyroda. Badanie związków gospodarki i środowiska naturalnego umożliwia więc poznanie dopuszczalnych obciążeń środowiska, ujawnienie wewnętrznych sprzeczności, racjonalne korzystanie z zasobów naturalnych oraz wytyczenie właściwych kierunków kształtowania tego środowiska¹²⁷. Rozwój techniki i technologii uniezależnia z jednej strony człowieka coraz bardziej od sił przyrody, z drugiej zaś prowadzi do coraz mocniejszych powiązań ze środowiskiem. Powstaje zatem sprzeczność, której wyeliminowanie zapewnia utrzymanie równowagi między rozwojem gospodarczym a stanem środowiska. Warunkiem jej utrzymania jest bowiem dostosowanie działalności gospodarczej do możliwości środowiska lub możliwości środowiska do wymagań gospodarki¹²⁸.

Pod wpływem nadmiernych obciążeń, głównie antropogenicznych, ekosystemy mogą wchodzić w różne fazy zmian (rysunek 6). Wyróżnia się przy tym cztery stany ekosystemów, tj. stan normalny, stan zagrożenia równowagi ekologicznej, stan kryzysowy i stan katastrofy ekologicznej.

Środowisko przyrodnicze, mimo że stanowi podsystem w systemie społeczeństwo-gospodarka-przyroda, jest bardzo złożoną synergiczną strukturą, charakteryzującą się własną dynamiką wewnętrzną, obiegami materii i energii oraz dynamiczną równowagą. Jedną z cech tego środowiska jest pojemność asymilacyjna, czyli zdolność do ponoszenia obcią-

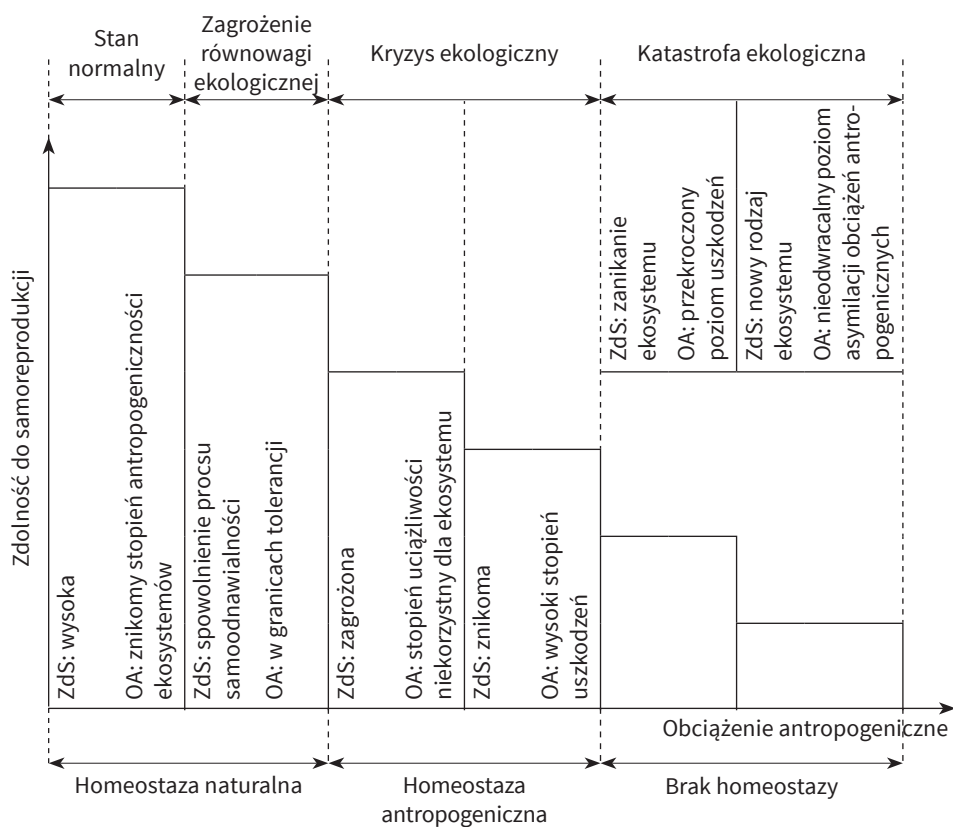
125 Zob. więcej: J.E. Stiglitz, *Wizja sprawiedliwej...*, s. 151–201.

126 K. Górka i B. Poskrobko, *Ekonomika ochrony środowiska*, PWE, Warszawa 1987.

127 S. Kozłowski, *Przyszłość ekorozwoju*, Wyd. Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 2005, s. 27.

128 K. Górka i B. Poskrobko, *Ekonomika ochrony...*, 1987, s. 43.

żeń antropogennych, zwłaszcza związanych z działalnością gospodarczą człowieka i neutralizowania tych obciążeń w naturalnych procesach biochemicznych i geologicznych. Dana społeczność utrzymuje się przez długi okres w określonym środowisku, jeśli ustabilizuje zjawiska kryzysu ekologicznego, nie dopuszczając do jego ciągłego narastania i pogłębiania, chociaż w pewnym momencie może się to okazać niemożliwe. Nadejście tego momentu i przekroczenie pojemności asymilacyjnej może oznaczać degradację samego ekosystemu lub nawet jego zniszczenie. Dla kryzysu ekologicznego charakterystyczna jest więc homeostaza antropogeniczna, która jest skutkiem celowych działań człowieka.



ZdS – zdolność do samoreprodukcji, OA – obciążenia antropogeniczne.

Rysunek 6. Wpływ obciążeń antropogenicznych na ekosystemy

Źródło: opracowanie własne na podstawie B. Poskrobko, T. Poskrobko, *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, PWE, Warszawa 2012, s. 36–37; E. Kośmicki, *Główne zagadnienia ekologizacji społeczeństwa i gospodarki*, Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2009, s. 79–80.

W analizie oddziaływania człowieka na przyrodę szczególnie użyteczne są aspekty materialno-energetyczne. Z rozważań przeprowadzonych w podrozdziale 1.3 wynika, że każda działalność gospodarcza wiąże się z określonymi cechami przepływów energetycznych i materiałowych, zachodzących między społeczeństwem, gospodarką i przyrodą. W wymiarze materialno-energetycznym za bezpośrednie przyczyny globalnych barier rozwoju społeczno-gospodarczego uznaje się produkcję, konsumpcję i transport.

Środowisko naturalne zostaje coraz bardziej obciążone przez rozwój produkcji, a tym samym przez cały szereg czynników i oddziaływań z nią związanych. Niejednokrotnie już samo pozyskanie odpowiedniej ilości zasobów naturalnych potrzebnych do produkcji stanowi poważne zagrożenie dla środowiska. Można jednocześnie stwierdzić, że bariera surowcowa typu rzeczowego nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla rozwoju gospodarczego, co wynika z dynamicznej teorii zasobów. Tylko zasoby gazu łupkowego odsuwają bowiem od świata na 20–30 lat perspektywę wyczerpania się surowców energetycznych¹²⁹.

Istotnym problemem jest bariera techniczno-eksploatacyjna, przejawiająca się w ograniczoności pozyskiwania kopalin, rosnących kosztach dostępności ich zasobów, a tym samym w relatywnym wzroście kosztów ich wydobycia w stosunku do kosztów przetworzenia i sprzedaży produktów. Ten wzrost kosztów jest odbiciem zakłóceń w mechanizmie funkcjonowania gospodarki surowcowej, co może oznaczać występowanie zjawiska szczupłości zasobów, zwłaszcza o niskim koszcie wydobycia. Zjawisko to ma miejsce mimo istnienia rozległych zasobów surowców ropopochodnych, a nawet ich wzrostu w ostatnich kilkudziesięciu latach.

Przykładem wysokich kosztów pozyskania ropy naftowej i gazu ziemnego są koszty wydobycia tych surowców z szelfu arktycznego, które są znacznie wyższe od kosztów ich wydobycia z dna morza w jakimkolwiek innym rejonie. Koszt wiercenia jednego tylko otworu w dnie morza arktycznego wynosi bowiem 1 mld USD¹³⁰. Ze względu na duże nakłady, Gazprom od ponad 10 lat bezskutecznie próbuje uruchomić przemysłowe wydobycie gazu ze złoża Sztokman. Według ocen rosyjskiego rządu na wydobycie gazu z tego złoża trzeba będzie przeznaczyć ok. 270 mld USD w ciągu 18 lat. Na bardzo trudnych terenach i na dużych głębokościach zalega ropa w Syberii Wschodniej. Jej wydobycie wymaga zastosowania technologii i urządzeń, których Rosja nie posiada. Konieczny jest zagraniczny kapitał¹³¹.

129 M. Bartosik, *Apetyt energetyczny cywilizacji a szanse jej przetrwania*, [w:] *Czy kryzys światowych zasobów?*, red. B. Galwas, B. Wyżnikiewicz, Wyd. PAN, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”, Warszawa 2014, s. 51.

130 I. Trusewicz, *Rosnieft nie odpuści Arktyce*, „Rzeczpospolita”, 15.04.2014.

131 T. Motowidlak, *Ewolucja barier...*, s. 113.

Sprzyjający klimat i występowanie infrastruktury spowodują, że niższe będą zapewne koszty wydobywania ropy naftowej i gazu ziemnego ze złóż konwencjonalnych z wód okalających Afrykę niż spod arktycznych lodów. Jednak dla państw afrykańskich barierą dla wspomnianego wydobywania może okazać się brak ram prawnych i organizacyjnych dla koordynowania prac wydobywczych i prowadzenia nadzoru nad nimi¹³². Z ogromnymi nakładami finansowymi i wykorzystaniem zaawansowanego kapitału wiedzy i technologii związane jest natomiast poszukiwanie i wydobywanie gazu łupkowego. Koszt jednego odwiertu w USA wynosi wprawdzie „tylko” od 3 do 7 mln USD, ale w Polsce (i innych krajach europejskich) koszt ten sięgnie 15 mln USD¹³³.

Mimo dużego postępu technicznego ludzkość coraz częściej staje przed problemem ograniczoności zasobów, stanowiącym czynnik hamujący wzrost gospodarczy. Narastanie ograniczoności zasobów naturalnych prowadzi, oprócz zwiększenia kosztów ich wydobywania, również do kulminacji wydobywania niektórych surowców oraz wzrostu importu surowców przez kraje znajdujące się na wyższym poziomie rozwoju gospodarczego¹³⁴. Zatem szczególnego znaczenia nabiera racjonalna produkcja oparta na zasadzie wydajności i oszczędności w odniesieniu do gospodarki zasobami naturalnymi.

Gwałtowny wzrost produkcji w XX i XXI w. prowadzi także do wzrostu zapotrzebowania na energię. Alternatywą zmniejszenia zagrożeń towarzyszących temu zjawisku stają się obecnie odnawialne źródła energii, w coraz szerszym zakresie wykorzystywane przez wiele państw. Bariera surowcowa zmusza do poszukiwania również innych substytutów energii. Należy przy tym podkreślić, że coraz większego znaczenia nabierają także kwestie rozstrzygania o hierarchii różnych celów w przypadku różnorodnego zastosowania danego dobra. Wyznaczenie hierarchii na podstawie wartościowania elementów środowiska i wyników ich wykorzystania jest bardzo trudne. Przykładem mogą być liczne kontrowersje związane np. z wydobywaniem gazu łupkowego czy z produkcją biopaliw I generacji¹³⁵.

132 J. Zagórski, *Aktualia ropy naftowej i gazu ziemnego*, „Przegląd Geologiczny” 2014, vol. 62, nr 1.

133 *Drogi gaz łupkowy. Koszty na koncesji: do 40 mld zł*, „Forbes”, 25.05.2012.

134 K. Górka, *Racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska naturalnego i jego ochrona w procesie kształtowania rozwoju przemysłu*, Wyd. AE w Krakowie, Kraków 1985, s. 13–14.

135 Duże wątpliwości budzi np. metoda szczelinowania hydraulicznego, umożliwiającą wydobywanie gazu łupkowego. Metoda ta polega na pompowaniu pod dużym ciśnieniem wody z niewielką domieszką substancji chemicznych pod powierzchnię ziemi, aby rozsadzić podziemne skały i uwolnić gaz. Zdaniem naukowców, niektóre toksyczne chemikalia mogą spowodować skażenie wód gruntowych. Ponadto

Produkcja biopaliw I generacji, głównie bioetanolu i biodiesla, które wytwarzane są z surowców żywnościowych, również była wielokrotnie krytykowana przez Organizację Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (ang. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO). Jej zdaniem, produkcja tych biopaliw jest odpowiedzialna za wzrost cen żywności na świecie, co może prowadzić do kryzysu żywnościowego¹³⁶. Z opinią tą zgadzają się także autorzy opublikowanego w 2011 r. raportu pt. *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*¹³⁷. Również ujawnione w „Frankfurter Allgemeine Zeitung” w 2012 r. szczegóły z raportu UE o wartościach emisji z niektórych biopaliw oraz dewastacji środowiska na skutek uprawy roślin energetycznych wywołały duży niepokój¹³⁸. Ze wspomnianego raportu wynikało bowiem, że emisje CO₂ z oleju palmowego, sojowego, rzepakowego i słonecznikowego są wyższe niż w przypadku paliw kopalnych. Ponadto w raporcie przedstawiono bilans pośrednich szkód produkcji biopaliw I generacji dla środowiska, które powstają m.in. w wyniku wylesiania terenów podmokłych Azji Południowo-Wschodniej i przeznaczania ich pod uprawę roślin energetycznych. W Malezji np. niszczenie bagienno-torfowych lasów tropikalnych na potrzeby produkcji oleju palmowego będzie miało długofalowe konsekwencje dla klimatu na naszej planecie.

Korzyści dla środowiska wynikające z produkcji biopaliw transportowych, głównie z oleju rzepakowego, palmowego i sojowego, są zdaniem autorów przywołanego powyżej raportu wątpliwe. Ponadto wyniki badań krajowych, jak również doniesienia literatury zagranicznej, wskazują, iż nakłady energii poniesione na przetworzenie surowca są bardzo wysokie w stosunku do ilości energii, którą można odzyskać w postaci biopaliwa¹³⁹.

do przeprowadzenia zabiegu szczelinowania hydraulicznego potrzebna jest bardzo duża ilość wody. Jeden taki zabieg wymaga bowiem średnio 1,5 tys. m³ wody. Aby wydobyć gaz z łupków, zazwyczaj potrzebnych jest 10 takich zabiegów, czyli łącznie 15 tys. m³ wody. Zob. więcej: K.M. Księżopolski, *Wpływ wydobycia gazu łupkowego na bezpieczeństwo ekonomiczne Polski*, „e-Politikon” 2012, nr 3, s. 26–27.

136 *Biopaliwa w ogniu krytyki*, <http://www.ekonomia.rp.pl/arttykul/926079.html> [dostęp 20.08.2012].

137 E. Rosiak, W. Łopaciuk, M. Krzemiński, *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2011.

138 B. Cöllen, *Raport: niektóre biopaliwa bardziej szkodliwe dla klimatu niż paliwa konwencjonalne*, <http://www.dw.de/raport-niekt%C3%B3re-biopaliwa-bardziej-szkodliwe-dla-klimatu-ni%C5%BC-paliwa=-konwencjonalne/a-15740459> [dostęp 14.02.2012].

139 Zob. więcej: T. Dobek, M. Dobek, O. Šařec, *Ocena efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji pszenicy ozimej i rzepaku ozimego wykorzystanych do produkcji biopaliw*, „Inżynieria Rolnicza” 2010, nr 1(119), s. 161–168.

Wskaźnik sprawności energetycznej produkcji bioetanolu z ziarna kukurydzy osiąga często wartość poniżej 1, podczas gdy minimalna jego wartość powinna wynosić 3, zapewniając ekonomiczną opłacalność produkcji biopaliwa¹⁴⁰. W przypadku produkcji bioetanolu z ziaren zbóż wartości tych wskaźników przekraczają 1.

Dążąc do wyeliminowania przedstawionych powyżej niekorzystnych zjawisk, UE jako największy producent biodiesla na świecie, podjęła działania mające na celu ograniczenie emisji GHG pochodzących z biopaliw, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony środowiska, a zwłaszcza ochrony terenów o dużej wartości przyrodniczej. W konsekwencji określone zostały kryteria rozwoju zrównoważonego w odniesieniu do biopaliw¹⁴¹.

Oprócz ograniczoności zasobów, kolejną równie ważną barierą rozwoju gospodarczego jest ograniczoność możliwości kompensacyjnych biosfery. Zanieczyszczenia i degradacja środowiska jako czynnik hamujący wzrost produkcji oraz pogarszający warunki zdrowotne może ograniczyć rozwój gospodarczy, a nawet doprowadzić do katastrofy ekologicznej. W procesach produkcyjnych często dochodzi do niekorzystnych zjawisk oddziaływania na środowisko naturalne m.in. poprzez emisję szkodliwych gazów do atmosfery i zanieczyszczenie gleb oraz wód. Dlatego coraz większego znaczenia w analizie relacji gospodarka-społeczeństwo-przyroda zyskuje całościowa kontrola procesów wytwarzania danego produktu z punktu widzenia cyklu życia tego produktu (ang. *Life Cycle Assessment*, LCA). Myślenie w kategoriach LCA rekomenduje w polskiej literaturze przedmiotu m.in. J. Kulczycka¹⁴². W swoich badaniach, wykorzystując metodę LCA, skupia się ona na ocenie efektywności ekonomiczno-ekologicznej planowanych działań inwestycyjnych, zwłaszcza w zakresie wdrażania nowych rozwiązań technologicznych przyjaznych dla środowiska.

Podobnie jak produkcja, ekologicznie uwarunkowane są także rozmiały i struktura konsumpcji. Konsumpcja uważana obecnie za podstawowy miernik wzrostu procesów gospodarczych i rozwoju społecznego znaj-

140 Najczęściej sprawność energetyczną biopaliw określa się wskaźnikiem EROEI (*energy return on energy investment*). Wskaźnik ten wyraża stosunek energii zawartej w jednostce biopaliwa do nieodnawialnej energii potrzebnej do jego wytworzenia. Za: S. Bielski, B. Dubis, K. Jankowski, *Efektywność energetyczna produkcji i konwersji biomasy pszenżyta ozimego na biopaliwa*, „Przemysł Chemiczny” 2015, nr 94(10), s. 1800.

141 Zob. więcej: U. Motowidlak, *Rola biopaliw transportowych w realizacji założeń zrównoważonego transportu*, „Logistyka” 2013, nr 2, płyta CD 1, s. 55–56.

142 Z. Kowalski, J. Kulczycka, M. Góralczyk, *Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007. Zob. również: J. Kulczycka, *Ekoelektywność projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem koncepcji cyklu życia produktu*, Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2011.

duje odzwierciedlenie w dążeniu do bezwzględnej eksploatacji zasobów środowiska przyrodniczego. Konsekwencją tych działań jest przyzwole nie ludzi na niszczenie i zanieczyszczanie środowiska, które warunkuje ludzką egzystencję.

Konsumpcja, podobnie jak konkurencja ekonomiczna, jest skutkiem powiązania społeczeństwo-środowisko, a wielkość tej konsumpcji wiąże się wciąż ściśle ze zdolnościami produkcyjnymi i rosnącymi potrzebami ludności. Rozwój przemysłu i kolejne rewolucje przemysłowe wpłynęły nie tylko na wzrost gospodarczy, ale także dały możliwość stałego podnoszenia dobrobytu poprzez wzrost konsumpcji, związanej z rozwojem społecznym. Zmianom konsumpcyjnym można przypisać ukształtowane w procesach gospodarki modele konsumpcyjne, które wpływają na zachowanie się konsumentów na innych płaszczyznach życia społecznego. Obecnie można mówić o konsumpcjonizmie, który odnosi się niemal do każdej ze sfer życia społecznego¹⁴³.

Ciągły wzrost produkcji dóbr konsumpcyjnych związany jest z szeregiem czynników obciążających środowisko naturalne, które towarzyszą procesom produkcyjnym. Do czynników tych należą np.: nadmierna eksploatacja kopalin, emisje zanieczyszczeń do atmosfery, odpady poprodukcyjne oraz trujące związki wydzielane do atmosfery przez przemysł. Dążąc do przedstawienia efektów konsumpcyjnych Światowy Fundusz na Rzecz Przyrody (ang. World Wide Fund for Nature, WWF) opracował wskaźnik „nacisku konsumpcyjnego”, czyli tzw. ślad ekologiczny (ang. *ecological footprint*). Wskaźnik ten obejmuje sześć komponentów, tj. konsumpcję zbóż, konsumpcję ryb morskich, zużycie drewna łącznie z papierem, wielkość zużycia wody pitnej, emisję CO₂ i zużycie cementu (jako wskaźnika zużycia powierzchni ziemi)¹⁴⁴. Można ten wskaźnik określić popytowym, gdyż obrazuje on popyt ludzkości na zasoby biosfery. Najczęściej wskaźnik ten zestawia się ze wskaźnikiem podażowym, określającym możliwości biologiczne Ziemi. Wskaźnik podażowy obrazuje wielkość obszarów dostępnych lokalnie lub globalnie, które mogą być użyte przez człowieka do zaspokojenia jego potrzeb oraz do przyjęcia wygenerowanych odpadów¹⁴⁵. Z publikowanych, co dwa lata, raportów

143 Konsumpcjonizm dokonuje się poprzez samorealizację jednostki w zaspokojeniu potrzeb za pomocą dóbr materialnych, a tym samym w osiąganiu coraz wyższej pozycji w hierarchii społecznej, niekiedy przy braku zaspokajania potrzeb społecznych. Zob. więcej: D. Kiełczewski, *Kulturowe aspekty kryzysu ekologicznego*, „Człowiek i Przyroda” 2000, nr 11–12.

144 Zob. *Living planet report: Overconsumption is driving the rapid decline of the world's natural environment*, WWF (World Wide Fund for Nature), Gland 1998, s. 4.

145 B. Ewing, S. Goldfinger, A. Oursler, A. Reed, D. Moore, M. Wackernagel, *The ecological footprint atlas 2010*, Global Footprint Network, Oakland 2010.

prezentujących efekty badań w zakresie wykorzystania zasobów naturalnych przez ludzkość wynika, że ponad połowę wartości śladu ekologicznego stanowi tzw. ślad węglowy (ang. *carbon footprint*)¹⁴⁶. Ślad ten definiowany jest jako miara wpływu ludzkiej aktywności na środowisko przyrodnicze w przeliczeniu na wielkość emisji GHG, wyrażoną w tonach CO₂¹⁴⁷.

Z konsumpcją wiąże się także udział społeczeństw w różnych formach mobilności społecznej, co prowadzi do wzrostu znaczenia transportu. Dynamiczny rozwój transportu osobowego i towarowego przyspieszył oraz spotęgował zagrożenie środowiska przyrodniczego nie tylko poprzez wzrost zapotrzebowania na paliwa kopalne, ale także na skutek nasilającego się zanieczyszczenia powietrza. Transport należy obecnie do najbardziej uciążliwych, po energetyce, źródeł emisji szkodliwych substancji do atmosfery¹⁴⁸. Należy jednocześnie zaznaczyć, iż wzrost zagrożeń ekologicznych kreowanych aktualnie przez transport wynika przede wszystkim z dynamicznego rozwoju transportu samochodowego.

Współczesna konkurencja pomiędzy wykorzystaniem ograniczonej przestrzeni środowiska do celów produkcji, konsumpcji i transportu prowadzi do przekroczenia naturalnej pojemności środowiska, zanieczyszczeń środowiska, braku wolnej przestrzeni i degradacji krajobrazu, a przede wszystkim do szybkiego narastania problemu dotyczącego ograniczoności zasobów naturalnych. Gospodarowanie w warunkach ograniczoności zasobów naturalnych i zanieczyszczenia środowiska wymaga więc ekonomicznej wyceny poszczególnych elementów środowiska. Komponenty środowiska przyrodniczego muszą posiadać swoją cenę, która powinna wyrażać zarówno wielkość istniejącego na nie popytu, jak i rzadkość ich występowania. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w licznych opracowaniach, wśród których należy wyróżnić publikacje zawierające wyniki badań przeprowadzonych przez

146 *Living Planet Report 2014*, WWF International, Institute of Zoology, Global Footprint Network, Water Footprint Network, s. 32, http://www.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/ [dostęp 01.10.2015].

147 Ślad węglowy należy także rozumieć jako całkowitą sumę emisji GHG wywołanych bezpośrednio lub pośrednio przez daną osobę, organizację, wydarzenie lub produkt w cyklu życia. Zgodnie z normą *Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication*, PD CEN ISO/TS 14067:2014, ślad węglowy powinien być liczony w całym cyklu życia. Za: J. Kulczycka, M. Wernicka, *Zarządzanie śladem węglowym w przedsiębiorstwach w Polsce – bariery i korzyści*, <https://www.min-pan.krakow.pl/pliki/pracownie/pbs> [dostęp 15.01.2016].

148 *Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy: Synteza*, EEA, 2015, s. 98.

J. Famielec¹⁴⁹. Autorka ta koncentruje uwagę na metodyce oceny strat gospodarczych spowodowanych przez zanieczyszczenia środowiska, wskazując możliwości wykorzystania wiedzy o istocie i rozmiarach strat oraz korzyści ekologicznych w gospodarce narodowej, a także w strategiach przedsiębiorstw. Przedmiotem zainteresowania ekonomii nie jest zanieczyszczenie środowiska w sensie fizycznym, ale utrata dobrobytu spowodowana istnieniem tych zanieczyszczeń. Prowadzą one bowiem do obniżenia poziomu jakości życia społeczeństwa i zmniejszenia stopnia realizacji celów producentów.

Analizując techniczny rozwój społeczeństw oraz postępujący proces globalizacji gospodarki i rynku światowego, J. Famielec stwierdza, że w najbliższym okresie nie należy spodziewać się znaczących pozytywnych zmian jakości poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego. Przyczyną tego są wspomniane już zjawiska ekonomiczne oraz odłożony w czasie efekt edukacji ekologicznej. Ponadto zmiany te utrudnia wydłużający się promień przestrzennego oddziaływania negatywnych zmian jakości środowiska. Typowy dla wszystkich krajów staje się eksport i import emisji zanieczyszczeń. Zjawisko to można nazwać globalizacją ekologiczną uwarunkowaną rozwojem społeczno-gospodarczego¹⁵⁰.

W obecnych warunkach, oprócz wielu niebezpieczeństw o charakterze regionalnym czy lokalnym, wzrasta znaczenie licznych przejawów globalnych zagrożeń środowiska. Pod pojęciem „globalne problemy środowiska” U.E. Simonis rozumie najczęściej zmiany atmosfery, oceanów i obszarów lądowych, które charakteryzują się tym, że ich przyczyny trzeba bezpośrednio albo pośrednio przypisać ludzkim działaniom, przez co powstają negatywne oddziaływania na naturalne procesy przemiany materii. Procesy te rozwijają się w wodnych i lądowych wspólnotach życia, a także w gospodarce i społeczeństwie, a ich zahamowanie wymaga międzynarodowych uzgodnień (kooperacji)¹⁵¹. Do globalnych zagrożeń środowiska U.E. Simonis zaliczył zmianę klimatu, uszkodzenie warstwy ozonowej, zagrożenie lasów, różnorodności biologicznej, zagrożenie gleb i wód, a także niebezpieczne odpady. Podobny punkt widzenia występuje także w literaturze polskiej¹⁵².

149 J. Famielec, *Straty i korzyści ekologiczne w gospodarce narodowej*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa-Kraków 1999; eadem, *Korzyści i straty ekologiczne w ekonomii sektora publicznego*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1.

150 A. Jankowska-Kłapkowska, *Ekologiczne uwarunkowania...*, s. 65.

151 U.E. Simonis, *Globale Umweltpolitik*, [w:] *Handbuch zur Umweltökonomie*, Hrsg. M. Junkernheinrich, P. Klemmer, G.R. Wagner, Berlin 1995, s. 47.

152 Zob. m.in. A. Budnikowski, *Ochrona środowiska jako problem globalny*, Warszawa 1998, s. 13–37; B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, *Podstawy ekonomii...*, s. 387.

Tabela 1. Wartości progowe procesów decydujących o stabilności ekosystemów

Proces	Wskaźnik	Wartości krytyczne*	Możliwe konsekwencje
Globalne ocieplenie klimatu	Stężenie CO ₂ (części na milion, ppm)	Bazowa: 280 Szacowana: 387 Progowa: 350	Topnienie lodowców Regionalne wahania klimatu
Zakwaszenie oceanów	Aragonit w wodzie powierzchniowej (w umownych jednostkach omega)**	Bazowa: 3,44 Szacowana: 2,90 Progowa: 2,75	Śmierć koralu oraz organizmów morskich. Mniejsze pochłanianie CO ₂
Niszczenie ozonu stratosferycznego	Stężenie ozonu (w jednostkach Dobsona)	Bazowa: 290 Szacowana: 283 Progowa: 276	Dodatkowe dawki ultrafioletu szkodzą ludziom, zwierzętom i roślinom
Obieg azotu	Pobór z atmosfery na potrzeby działalności ludzi (w mln t rocznie)	Bazowa: 0 Szacowana: 133 Progowa: 39	Ekspansja stref śmierci w morzach i jeziorach
Obieg fosforu	Ilość fosforu spływająca do mórz (w mln t rocznie)	Bazowa: 1 Szacowana: 10 Progowa: 12	Zerwanie łańcucha pokarmowego w oceanach
Użytkowanie ziemi	Odsetek łądów zajętych pod pola uprawne	Bazowa: znikoma Szacowana: 11,7 Progowa: 15,0	Zniszczenie ekosystemów. Emisje CO ₂
Zużycie wody pitnej	Zużycie (w km ³ rocznie)	Bazowa: 415 Szacowana: 2600 Progowa: 4000	Zagłada ekosystemów wodnych. Wyczerpanie się zasobów
Utrata bioróżnorodności	Tempo zagłady (ilość wymarłych gatunków na mln gatunków rocznie)	Bazowa: 0,1–1,0 Szacowana: >100 Progowa: 10	Załamanie się ekosystemów lądowych i morskich
Zanieczyszczenie aerozolami	Stężenie cząsteczek w atmosferze	Wartości progowe są nieznane	–
Zanieczyszczenia chemiczne	Wielkość emisji lub poziom koncentracji w środowisku	Wartości progowe są nieznane	–

* Wartość bazowa – szacowana wartość wskaźnika w czasie tzw. epoki przedindustrialnej (przed XIX w.).

** Zakwaszenie oceanów jest powodowane w dużym stopniu przez wzrost stężenia CO₂ w atmosferze, który z atmosfery przenika do wody. Wskaźnikiem zmian pH wody jest zanikanie aragonitu (odmiana węgla wapnia). Wiele gatunków zwierząt morskich wytwarza z aragonitu szkielety lub skorupki. Zmniejszenie ich populacji może zerwać łańcuch pokarmowy, tym samym niszcząc ekosystemy wodne. Zob. S. Mathesius, M. Hofmann, K. Caldeira, H.J. Schellnhuber, *Long-term response of oceans to CO₂ removal from the atmosphere*, „Nature Climate Change” 2015, no. 5, s. 4, pdf, <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n12/full/nclimate2729.html#access> [dostęp 12.10.2015].

Źródło: J. Foley, *Bilans zdrowia Ziemi*, „Świat Nauki” 2010, nr 5, s. 50–53.

Stan środowiska naturalnego oraz symptomy kryzysu ekologicznego stanowią przedmiot licznych analiz i raportów. Wynika z nich, że globalne zagrożenie środowiska nie zmniejsza się. Wprost przeciwnie, zagrożenie to staje się coraz bardziej poważne. Globalny system ekologiczny znajduje się pod coraz większą presją globalizującej się gospodarki, a jej dalszy rozwój napotyka coraz więcej granic. Próbę oszacowania wartości progowych w skali globalnej, których przekroczenie może zagrozić stabilności całego ekosystemu Ziemi, podjęto w ramach międzynarodowego projektu badawczego, którego wyniki opublikowano w 2009 r.¹⁵³ Badaniami objęto dziesięć najważniejszych procesów fizycznych oraz biologicznych decydujących o stabilności środowiska. Wyniki wspomnianego projektu badawczego wskazują, że ludzkość przekroczyła już trzy wartości progowe (tabela 1). Najbardziej widoczne przekroczenie dotyczy granicy stężenia CO₂ w atmosferze i poboru azotu z atmosfery, a także znaczne przyspieszenie tempa wymierania gatunków, zagrażające stabilności ekosystemów.

Przeprowadzone rozważania uprawniają do stwierdzenia, że wiele współczesnych ekosystemów znajduje się w fazie narastających globalnych zagrożeń środowiska lub inaczej w fazie globalnego kryzysu ekologicznego. W wyniku działań o charakterze ekonomicznym stopień uszkodzeń i zagrożeń tych ekosystemów utrzymywany jest do pewnego poziomu pod kontrolą. Niektóre ekosystemy znajdują się u progu katastrofy ekologicznej, a ich homeostaza wymaga zastosowania coraz większej ilości materii, energii i informacji¹⁵⁴. Świadomość tego faktu spowodowała poszukiwanie nowych ścieżek rozwoju, co doprowadziło do wykrystalizowania się koncepcji rozwoju zrównoważonego.

Aktualnie koncepcja rozwoju zrównoważonego uznawana jest za najbardziej zaawansowaną strategię funkcjonowania gospodarki światowej, która umożliwia powstrzymanie katastrofy ekologicznej w skali globalnej. Jednocześnie koncepcja ta stanowiła podstawę w określaniu priorytetów stworzenia w Europie najbardziej konkurencyjnej gospodarki na świecie. Świadczy o tym silne akcentowanie przez twórców koncepcji Strategii Lizbońskiej UE oraz jej kontynuatorki – strategii *Europa 2020* – potrzeby budowy gospodarki opartej na wiedzy oraz konieczności zapewnienia zrównoważonego charakteru rozwoju.

153 Syntetyczne przedstawienie wyników badań w j. polskim zostało opublikowane w: J. Foley, *Bilans zdrowia Ziemi*, „Świat Nauki” 2010, nr 5, s. 50–53.

154 E. Kośmicki, *Główne zagadnienia...*, s. 80–81.

1.5. Koncepcja kapitału naturalnego w rozwoju zrównoważonym

Degradacja środowiska przyrodniczego stanowi dziś poważny problem cywilizacyjny. Jednym z zasadniczych środków do rozwiązania wspomnianego problemu stała się koncepcja rozwoju zrównoważonego. Mimo holistycznego charakteru jest ona niewątpliwie teorią o charakterze makroekonomicznym i zdobyła już znaczącą pozycję w naukach ekonomicznych. Rozwój zrównoważony stanowi dziś nieodłączny element nie tylko polityki ekologicznej i polityki społeczno-ekonomicznej, lecz także różnych strategii rozwoju społeczno-gospodarczego. Zdolność do generowania długookresowego rozwoju regionów UE, wynikająca ze Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE i Traktatu o UE, zakłada bowiem pogodzenie celów ekonomicznych, społecznych i ekologicznych¹⁵⁵.

Zasadnicze znaczenie dla istoty rozwoju zrównoważonego ma jego trwałość, a w szczególności rozstrzygnięcia dotyczące etycznych przesłanek tej trwałości. Przesłanki te obejmują sprawiedliwość wewnątrzpokoleniową i międzypokoleniową, sprawiedliwość wobec bytów nieosobowych a także założenia odnośnie do zakresu substytucyjności między usługami świadczonymi przez kapitał naturalny¹⁵⁶ a pozostałymi formami kapitału społecznego (kapitału ludzkiego i kapitału wytworzonego przez człowieka) oraz problem nieodwracalności procesów¹⁵⁷. Z ekonomicznego punktu widzenia powstaje zatem problem osiągnięcia swego rodzaju międzypokoleniowego optimum Pareto.

Z oszacowaniem jakiegokolwiek optimum wiązą się poważne problemy metodologiczne, a w praktyce także kwestie związane z luką informacyjną. Wniosek ten można uzasadnić tym, że brakuje chociażby dostatecznej wiedzy odnośnie do przyszłości, która miałaby być kształtowana. Nie ma także w pełni zweryfikowanej wiedzy na temat oczekiwań rozwojowych przyszłych pokoleń oraz dotyczącej bieżących i przyszłych zasobów naturalnych, np. zasobów paliw kopalnych. Nie umniejsza to

155 Zob. więcej: *Sustainable Europe for a better world: A European Union strategy for sustainable development*, (Commission's proposal to the Gothenburg European Council), Commission of the European Communities, COM(2001) 264 final, Brussels 15.05.2001; *Traktat o Unii Europejskiej*, Dz.Urz. UE 2010/C 83/01, t. 53, Bruksela, wersja skonsolidowana wydana 30.03.2012.

156 Pojęcie kapitału naturalnego zostało wyjaśnione w dalszej części podrozdziału 1.5.

157 P. Jeżowski, *Ekonomiczne aspekty rozwoju zrównoważonego*, materiały pokonferencyjne, http://www.kul.pl/rozwoj-zrownowazony-materialy-pokonferencyjne,art_3754.html [dostęp 15.01.2014].

jednak roli rozwoju zrównoważonego w kształtowaniu ładu zintegrowanego. Ład ten uwarunkowany jest istnieniem bezpośrednich relacji między czterema sferami życia społeczno-gospodarczego, tj. sferą społeczną, ekonomiczną, środowiskową i przestrzenną¹⁵⁸.

Dotychczas nie wypracowano jednolitej koncepcji teoretycznej trwałego rozwoju, jednak można mówić o stopniowym zastąpieniu tradycyjnego neoklasycznego paradygmatu wzrostu gospodarczego nowym paradygmatem rozwoju zrównoważonego (tzw. *sustainable economics*), w którym kluczową rolę pełni szeroko rozumiany kapitał naturalny, stanowiąc nowy czynnik produkcji i tworzenia dobrobytu. Nie ma również precyzyjnej definicji „kapitału naturalnego”. Słowo „kapitał” wskazuje jednak na konotacje z kategoriami *stricte* ekonomicznymi.

Kapitał można ogólnie zdefiniować jako zasób, którego strumienie przynoszą użyteczne dobra i świadczenia¹⁵⁹. Klasyczna teoria ekonomii uważała tak pojmowany kapitał za jeden z trzech (oprócz ziemi i pracy) środków produkcji. Współczesna teoria ekonomii przyjmuje, że kapitał oznacza zgromadzoną w przeszłości, w różnej postaci wartość, która zastosowana odpowiednio w procesach gospodarczych może przynieść nową wartość zawartą w produktach i usługach¹⁶⁰. Tak rozumiany kapitał pozwala na wyróżnienie kapitału naturalnego, który w ujęciu funkcjonalnym stanowi określony zasób przynoszący strumienie użytecznych dóbr i świadczeń. Kapitał naturalny ujmowany jest w ramach podejścia *capital theory approach* (CTA), rozumianego jako sposób przełożenia monetarnych i niemonetarnych procesów wpływających na dobrobyt społeczny w kategoriach różnych typów kapitału¹⁶¹.

W miarę rozwoju nauk społecznych i ekonomicznych powstały koncepcje różnych form kapitału. Istniejące podejścia dotyczące klasyfikacji kapitału pozwalają na wyróżnienie od trzech do siedmiu rodzajów kapitału. Próbę syntezy rozważań na temat różnych form kapitału zawiera tabela 2.

„Kapitał naturalny” jest stosunkowo nowym pojęciem, stosowanym zarówno przez ekonomistów, jak i badaczy z zakresu nauk przyrodniczych. Jest to termin interdyscyplinarny, który (mimo wielu definicji) trudno jest określić w sposób precyzyjny. Został spopularyzowany

158 Zob. więcej: T. Borys, *Zrównoważony rozwój – jak rozpoznać ład zintegrowany*, „Problemy Ekorozwoju” 2011, vol. 6, no. 2, s. 75–81; *Wskaźniki ekorozwoju*, red. T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999, s. 94–95.

159 E. Kośmicki, *Główne zagadnienia...*, s. 56.

160 J. Wilkin, *Ekonomia dla prawników i nie tylko*, Wyd. LexisNexis, Warszawa 2003, s. 18.

161 D.I. Stern, *The capital theory approach to sustainability: a critical appraisal*, „Journal of Economic Issues” 1997, vol. 31, no. 1, s. 145–173.

Tabela 2. Klasyfikacja kapitału

Ujęcie	Formy kapitału	Charakterystyka
Ekonomia klasyczna Ekonomia środowiska	Kapitał fizyczny	Wytworzony przez człowieka (budynki, urządzenia itp.)
	Kapitał ludzki Kapitał naturalny	- Praca, wykształcenie, wiedza, umiejętności - Ziemia, inne zasoby naturalne, zdolności asymilacyjne środowiska
J.T. Winpenny	Kapitał antropogeniczny Kapitał naturalny	- Wytworzony przez człowieka - Zasoby naturalne odnawialne i nieodnawialne możliwe do zastąpienia lub uzupełnienia przez inne formy kapitału
	Podstawowy kapitał naturalny	Zasoby naturalne niemożliwe do zastąpienia przez inne formy kapitału (np. klimat, bioróżnorodność)
P. Ekins	Kapitał gospodarczy	Obejmuje wszystko to, co tradycyjnie rozumiane jest jako kapitał (np.: maszyny, narzędzia, budynki)
	Kapitał naturalny	Obejmuje wszystkie formy ekosystemu i zasobów naturalnych, które uczestniczą w tworzenia społecznego dobrobytu
	Kapitał ludzki	Odnoszący się do zdrowia, dobrobytu i potencjału produkcyjnego poszczególnych osób
	Kapitał społeczny	Rozumiany jako system sieci i związków opartych na zaufaniu oraz formalnych i nieformalnych zasadach, które umożliwiają jednostkom lub grupom dostęp do zasobów
J. Poritt	Kapitał naturalny	Tworzą go zasoby naturalne, czyli ziemia i wszystko, co znajduje się na jej powierzchni oraz we wnętrzu, jest użyteczny dla człowieka, ale nie jest wynikiem jego pracy
	Kapitał ludzki	Obejmuje zasób wiedzy i umiejętności, zdobytych w procesie kształcenia i praktyki zawodowej, a także zasób zdrowia i energii vitalnej
	Kapitał społeczny	Stanowi on wartość, na którą składają się wzajemne relacje społeczne oraz zaufanie jednostek, przy pomocy których możliwe jest pomnażanie osiągniętych korzyści
	Kapitał produkcyjny	Obejmuje te elementy kapitału, które obsługują produkcję
	Kapitał finansowy	Odnosi się do środków finansowych przeznaczonych na inwestycje

Tab. 2. cd.

Ujęcie	Formy kapitału	Charakterystyka
M. Emery, C. Flora	Kapitał naturalny	• Odnosi się do tych elementów, które trwają w konkretnym miejscu (np. pogody, izolacji geograficznej, zasobów naturalnych)
	Kapitał produkcyjny	• Obejmuje wytworzone elementy infrastruktury wspierające działalność produkcyjną
	Kapitał finansowy	• Odnosi się do dostępnych do inwestowania środków finansowych, co ma gwarantować rozwój przedsiębiorstw oraz bogacenie się społeczności
	Kapitał polityczny	• Odzwierciedla dostęp do władzy i organizacji
	Kapitał społeczny	• Rozumiany jako określona konfiguracja więzi między organizacjami i społecznościami
	Kapitał ludzki	• Jest rozumiany jako umiejętności i zdolności ludzi do rozwijania i zwiększania zasobów wiedzy
	Kapitał kulturowy	• Odzwierciedla sposób w jaki ludzie poznają świat i jak działają w nim, a także język, tradycje

Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Pearce, G. Atkinson, *The concept of sustainable development: An evaluation of its usefulness ten years after Brundtland*, „Swiss Journal of Economics and Statistics” 1998, vol. 134(3), s. 251–269; J.T. Winpenny, *Wartość środowiska: metody wyceny ekonomicznej*, PWE, Warszawa 1995, s. 19–21; R. Costanza, *Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics*, „Bioscience” 2001, vol. 51(6), s. 459–468; W. Hediger, *Reconciling “weak” and “strong” sustainability*, „International Journal of Social Economics” 1999, vol. 26(7/8/9), s. 1120–1144; P. Ekins, *A four-capital model of wealth creation*, [w:] *Real-life economics: Understanding wealth creation*, eds P. Ekins, M. Max-Neef, Routledge, London, New York 1992; J. Porritt, *Capitalism: as if the World Matters*, James&James/Earthscan, London 2005, s. 104; M. Emery, C. Flora, *Spiraling-up: Mapping community transformation with community capitals framework*, Community Development, „Journal of the Community Development Society” 2006, vol. 37, no. 1, s. 20–21.

w latach 90. XX w. dzięki publikacjom D. Pearce’a, A. Markandya, E. Barbiera i R.K. Turnera. Przywołani autorzy posługiwali się bowiem terminem „kapitał naturalny” (ang. *natural capital*), nie podając jednak jego szczegółowej definicji¹⁶².

Kapitał naturalny jest rozumiany bardzo szeroko. Według R. Costanzy i H.E. Daly’ego, jest on rozszerzeniem ekonomicznego pojęcia kapitału. Wymienieni autorzy określają bowiem kapitał naturalny jako zasób dostarczający strumienia cennych dóbr lub usług środowiskowych w przy-

162 D. Pearce, A. Markandya, E. Barbier, *Blueprint for a green economy*, Earthscan, London 1988, s. 43; D. Pearce, R.K. Turner, *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, London 1990, s. 46–49.

szłości¹⁶³. Na przykład zasób drzew czy populacja ryb dostarcza rocznie strumień plonów w postaci nowych drzew albo ryb, które mogą być utrzymywane w nieskończoność. Taki trwały strumień dóbr jest naturalnym przychodem, natomiast zasób dostarczający ten strumień stanowi kapitał naturalny. W trwałych systemach można więc osiągnąć „trwały dochód”, który J.R. Hicks definiował jako poziom konsumpcji, dający się utrzymać nieskończenie długo bez zagrożenia zasobów kapitału, w tym zasobów kapitału naturalnego¹⁶⁴. Wspomniany autor traktował kapitał naturalny jako jeden z czynników produkcji, który ma zdolność pomnażania dóbr¹⁶⁵.

Definiując kapitał naturalny, badacze coraz częściej wskazują na jego pozazasobowe elementy, rozszerzając tym samym jego znaczenie¹⁶⁶. Przykładem tak rozumianej istoty kapitału naturalnego jest definicja zaproponowana przez M. Wackernagela i W.E. Reesa. Według nich kapitał naturalny oznacza zasoby biofizyczne i walory środowiska (w tym zdolność asymilacyjną środowiska) niezbędne do funkcjonowania ludzkiej gospodarki oraz relacje między tymi systemami i procesami, które podtrzymują funkcjonowanie ekosfery¹⁶⁷.

Współcześnie rozważania na temat istoty kapitału naturalnego i jego implikacji w kształtowaniu koncepcji rozwoju zrównoważonego rozwinęły się głównie dzięki przedstawicielom ekonomii ekologicznej. Ekonomia ta wniosła bowiem zasadniczy wkład do promocji trwałości i rozwoju zrównoważonego, wprowadzając w nowym ujęciu zagadnienia środowiskowe i związki między nimi do myśli ekonomicznej i procesów decyzyjnych¹⁶⁸.

Kapitał naturalny w ekonomii ekologicznej nie stanowi jednolitej kategorii. Obejmuje on elementy ważne i mniej ważne, tj. odpowiednio kapitał naturalny krytyczny i kapitał naturalny pozostały (ang. *critical and*

163 R. Costanza, H.E. Daly, *Natural capital and sustainable development*, „Conservation Biology” 1992, vol. 6, no. 1, s. 38.

164 J.R. Hicks, *Value and capital*, 2nd edition, Oxford University Press, Oxford 1948, s. 137.

165 K. Malik, *Efektywność zrównoważonego i trwałego rozwoju w wymiarze lokalnym i regionalnym*, Wyd. Instytut Śląski, Opole 2004, s. 83.

166 *Environment and sustainable development indicators for Canada*, Nrtee-Trnee, Ottawa 2003, <http://www.nrtee-tmee.com/eng/publications/sustainable-development-indicators/sustainable-development-indicators.pdf> [dostęp 11.11.2012], s. 15.

167 M. Wackemagel, W.E. Rees, *Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective*, „Ecological Economics” 1997, vol. 20, s. 4.

168 S.E. Serafy, *The environment as capital*, [w:] *Ecological economics: The science and management of sustainability*, ed. R. Costanza, Columbia University Press, New York 1991, s. 168–175; V.A. Voora, H.D. Venema, *The natural capital approach a concept paper*, International Institute for Sustainable Development, Canada 2008, s. 12–23.

non-critical natural capital). Kapitał naturalny krytyczny oznacza kapitał podtrzymujący życie (ang. *life-supporting natural capital*). Kapitał ten zwany inaczej podstawowym kapitałem naturalnym obejmuje zasoby niezbędne do zachowania życia ludzkiego, a w sensie biologicznym – do zachowania gatunku ludzkiego, przy czym zasobów tych nie można zastąpić innymi rodzajami kapitału naturalnego i kapitałem wytworzonym przez człowieka¹⁶⁹. Użytkowanie kapitału naturalnego krytycznego uznawane jest za burzenie integralności ekosystemów.

Kapitał naturalny krytyczny, w tym zwłaszcza ten, który pokrywa się z kapitałem niezastępowalnym i kapitałem nieodtwarzalnym, powinien stanowić szczególny przedmiot troski w celu jego ochrony i utrzymania¹⁷⁰. Jednym z elementów podstawowego kapitału naturalnego jest klimat globalny, który nie może być w żaden sposób substytuowany. Natomiast jego pozostałe elementy (które stanowią kapitał dodatkowy) obejmują zasoby odnawialne oraz zasoby nieodnawialne, dające się zastąpić lub uzupełnić kapitałem antropogenicznym. W zależności od elementu kapitału dodatkowego możliwość konwersji poszczególnych jego składników może być częściowa lub całkowita.

Z powyższych rozważań wynika, że podstawowym kryterium wyodrębnienia form kapitału naturalnego jest ich rola w procesach podtrzymywania życia, a także możliwość ich substytuowania oraz trwałość utrzymywania poszczególnych komponentów tego kapitału. Ekonomia ekologiczna, wychodząc z założenia niewielkich możliwości substytucji, zakłada istotne ograniczenia użytkowania kapitału naturalnego. Trwałość ekologiczna utrzymania zasobów kapitału naturalnego wskazuje na trzy stopnie ograniczeń.

Pierwszy z tych stopni obejmuje stałość sumy kapitału naturalnego ekosystemów lub stałość kapitału krytycznego, co odpowiada trwałości mocnej. Drugi stopień występuje w modelu adaptacyjnym ekonomii koewolucyjnej R. Norgaarda. Trwałość koewolucyjna jest trwałością bardzo mocną, ponieważ proces substytucji jest uzasadniony i dopuszczalny tylko w warunkach równowagi między kapitałem naturalnym a kapitałem wytworzonym przez człowieka¹⁷¹. Trzeci stopień ograniczenia do-

169 *Ekonomiczne problemy ochrony środowiska i rozwoju zrównoważonego w XXI wieku*, red. P. Jeżowski, Wyd. SGH, Warszawa 2007, s. 26.

170 C. Collados, T. Duane, *Natural capital and quality of life*, „Ecological Economics” 1999, no. 30, s. 441–460.

171 Ekonomia koewolucyjna (*co-evolution economics*) stanowi pochodną ekonomii ekologicznej i jest próbą przetamania restrykcyjnego podejścia reprezentowanego przez H. Daly’ego. W modelu adaptacyjnym R. Norgaarda człowiek jest uznany jako część natury i może mieć na nią pozytywny wpływ, a substytucja jest przyjęta jako mechanizm dostosowawczy. Relacje między systemem ekonomiczno-społecznym a systemem ekologicznym w ekonomii koewolucyjnej wyznacza założenie, że

tyczy łącznego zasobu różnych form kapitału naturalnego. Ten warunek występuje w najbardziej restrykcyjnej koncepcji *steady state* H. Daly'ego i oznacza, że między kapitałem naturalnym a innymi typami kapitału nie ma miejsca na substytucję¹⁷².

Współczesne użytkowanie zasobów naturalnych podważa warunki mocnej i bardzo mocnej trwałości ekologicznej. Trwałość mocna lub bardzo mocna pozostawia bowiem niewiele miejsca na rozwój społeczno-gospodarczy i zapewnienie dobrobytu obecnemu pokoleniu. Problemem dla ekonomii ekologicznej jest też tzw. ekologiczna krzywa Kuzneta. Z jej analizy wynika, że wraz ze wzrostem ogólnej zamożności społeczeństw następuje wzrost presji na środowisko naturalne do pewnego poziomu, po przekroczeniu którego presja ta zaczyna się zmniejszać. Analizując współczesne uwarunkowania społeczno-gospodarcze i polityczne, zdaniem autorki, podejście bardziej praktyczne i wykonalne reprezentuje neoklasyczna ekonomia środowiska. Ekonomia środowiska definiuje i mierzy rozwój zrównoważony w warunkach słabej trwałości, zakładając przy tym, że kapitał naturalny i kapitał wytworzony przez człowieka są substytutami. Warunkiem trwałości słabej jest zachowanie wielkości całkowitego kapitału, tj. kapitału naturalnego, antropogenicznego i społecznego bez uwzględniania jego struktury.

Krytyka ze strony m.in. przedstawicieli ekonomii ekologicznej dotycząca substytuowania kapitału naturalnego kapitałem antropogenicznym spowodowała ewolucję zmian w podejściu do ochrony środowiska i kapitału naturalnego w ekonomii środowiska. W swoich badaniach J. Famielec zwróciła uwagę, że ekonomia środowiska koncentruje uwagę na optymalizacji negatywnych efektów zewnętrznych odzwierciedlających wpływ człowieka na środowisko naturalne¹⁷³. Natomiast obecnie wskazuje się, że środowisko to stanowi niedostrzegany i niedoceniany dotychczas czynnik produkcji, a tym samym wzrostu gospodarczego. Świadczy o tym chociażby opracowany przez ONZ system rachunków środowiskowo-gospodarczych (ang. *The System of Environmental-Economic Accounts*, SEEA).

Kapitał naturalny, zgodnie z SEEA, obejmuje trzy zasadnicze kategorie, tj. zasoby naturalne, ziemię oraz ekosystemy dostarczające dobra i usługi (tzw. świadczenia ekosystemów) niezbędne dla gospodarki oraz społe-

rozwój ekonomiczny jest rozumiany jako ciągłe dostosowywanie do zmian środowiska. J. Boyce, *Ecological economics and political economy: Why the twain should meet*, Inaugural Conference of US Society for Ecological Economics, Duluth, Minnesota, 12 July 2001; C. Collados, T. Duane, *Natural capital and quality of life*, „Ecological Economics” 1999, no. 30, s. 441–460. Za: *Ekonomiczne problemy...*, s. 11.

172 *Ekonomiczne problemy...*, s. 4.

173 J. Famielec, *Korzyści i straty...*, s. 47.

czeństwa¹⁷⁴. Wszystkie te kategorie są istotne dla zapewnienia trwałości rozwoju ze względu na pełnione przez nie funkcje, przy czym szczególną rangę przypisano ekosystemom¹⁷⁵. Kapitał naturalny w formie ekosystemów świadczy bowiem wielorakie usługi środowiskowe dla produkcji, konsumpcji, a przede wszystkim dla utrzymania życia na Ziemi.

Koncepcja świadczeń ekosystemów stanowi obecnie najbardziej spójne podejście o charakterze operacyjnym, które służy racjonalizacji korzystania przez człowieka z procesów i zasobów przyrodniczych. Termin „świadczenia” jest bardziej precyzyjny niż stosowane określenie „usługi ekosystemów”, będące prostym tłumaczeniem anglojęzycznego terminu „*ecosystem services*”¹⁷⁶. Pojęcie „świadczenia ekosystemów” jest pojemniejsze, ponieważ obejmuje, obok pożytków niematerialnych, również dobra materialne powstałe w wyniku metabolizmu ekosystemów. Ponadto pojęcie to wskazuje, że uzyskiwane korzyści wynikają z samoistnego funkcjonowania układów przyrodniczych (jakkolwiek zwykle modyfikowanych antropogenicznie) i nie są wynikiem działania ekosystemów na zamówienie człowieka¹⁷⁷. Świadczenia ekosystemów można też określić jako warunki i procesy, dzięki którym naturalne ekosystemy i gatunki podtrzymują życie ludzkie¹⁷⁸. Świadczenia ekosystemu z ekonomicznego punktu widzenia można zdefiniować jako pełnienie przez ekosystem/środowisko funkcji usługi (transferowanie kosztów i korzyści) oraz funkcji stanu (tworzenie warunków działalności)¹⁷⁹.

174 *Integrated environmental and economic accounting 2003*, United Nations Statistics Divisions, s. 5, <http://www.unstats.un.org> [dostęp 15.12.2013].

175 Ekosystem to ogół organizmów zamieszkujących dany obszar, pozostających we wzajemnych relacjach, wraz z ich abiotycznym środowiskiem. Inaczej mówiąc, ekosystem składa się z dwóch elementów, tj. części ożywionej przyrody (zwanej biocenozą) oraz części nieożywionej (zwanej biotopem). Obszerny przegląd definicji ekosystemu prezentuje J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 190–193.

176 A. Mizgajski, M. Stępniewska, *Koncepcja świadczeń ekosystemów a wdrażanie zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kielczewski, B. Dobrzański, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009, s. 13.

177 L. Ryszkowski, *Adaptacja działalności ekonomicznej do procesu metabolizmu ekosystemów podstawą zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i w praktyce*, red. A. Graczyk, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu”, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 186.

178 G. Daily, *Introduction: What are ecosystem services?*, [w:] *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, ed. G. Daily, Island Press, Washington D.C. 1997, s. 3.

179 A. Graczyk, *Świadczenia ekosystemów jako dobra ekonomiczne*, „*Ekonomia i Środowisko*” 2010, nr 1, s. 68.

Dla ukształtowania koncepcji świadczeń ekosystemów szczególne znaczenie miało opublikowanie badań na temat wartości tych świadczeń w skali światowej w kontekście kapitału przyrodniczego Ziemi¹⁸⁰. Autorzy badań wyróżnili 17 funkcji ekosystemów, które przypisali do odpowiadających im świadczeń ekosystemów, włączając w zakres tych świadczeń zarówno pożytki niematerialne, jak i dobra materialne.

Obecnie istnieją liczne propozycje klasyfikacji świadczeń ekosystemów¹⁸¹. Zestaw tych świadczeń nie stanowi zbioru zamkniętego, nie jest on też do końca uświadomiony. Zdaniem R. Costanzy, wielkości świadczeń nie są stałe, lecz ewoluują wraz z celami społecznymi, które określają, do jakiego stopnia coś jest korzyścią, a co kosztem¹⁸². Generalnie można wyróżnić cztery podstawowe funkcje kapitału naturalnego, tzn.:

- funkcję zasobową (ang. *resource function*), w której kapitał ten dostarcza zasobów naturalnych zarówno odnawialnych, jak i nieodnawialnych;
- funkcję regulacyjną (ang. *sink function*), w której kapitał ten absorbuje i utylizuje zanieczyszczenia i odpady;
- funkcję podtrzymania życia (ang. *life support function*), w której kapitał ten zapewnia warunki życia dla wszystkich organizmów żywych;
- funkcję rekreacyjną (ang. *amenity functions*), w której kapitał ten zapewnia doznania rekreacyjne, estetyczne oraz inne korzyści niematerialne¹⁸³.

Wpływ kapitału naturalnego na trwałość rozwoju oraz tworzenie dobrobytu ludzi sprowadza się więc do dostarczania strumieni zasobów naturalnych oraz świadczenia usług środowiskowych niepodlegających substitucji, np. asymilacja zanieczyszczeń, klimat itd. Istotnym problemem w ramach koncepcji rozwoju zrównoważonego jest ocena stanu zasobów naturalnych i stanu środowiska naturalnego oraz ich wycena w kontekście tworzenia strumieni korzyści ekonomicznych dla człowieka¹⁸⁴.

180 R. Costanza et al., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, „Nature” 1997, no. 387, s. 253–255.

181 Zob. m.in. E.B. Barbier, J.C. Burgess, C. Folke, *Paradise lost? The ecological economics of biodiversity*, Earthscan, London 1994, s. 45; R.S. de Groot, M.A. Wilson, R.M.J. Boumans, *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*, „Ecological Economics” 2002, no. 41, s. 393.

182 R. Costanza, *Social goals and the valuation of ecosystem services*, „Ecosystems” 2000, no. 3, s. 4.

183 P. Ekins, S. Simon, L. Deutsh, C. Folke, R.S. de Groot, *A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability*, „Ecological Economics” 2003, no. 44, s. 167.

184 Przegląd metod wyceny usług ekosystemów można znaleźć w: T. Żylicz, *Wycena usług ekosystemów. Przegląd wyników badań światowych*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 31–45.

Z opublikowanego w 2015 r. raportu dotyczącego oceny stanu środowiska w Europie wynika, że kapitał naturalny jest wciąż niszczonej przez działalność społeczno-gospodarczą, taką jak rolnictwo, rybołówstwo, transport, przemysł, turystyka i niekontrolowane rozrastanie się miast. Treści tego raportu odniesiono do 20 badanych działań w 3 kluczowych dziedzinach, tj. ochronie kapitału naturalnego, pobudzaniu efektywnego wykorzystania zasobów i rozwoju niskoemisyjnej gospodarki oraz ochronie ludności przed środowiskowymi czynnikami ryzyka dla zdrowia. Wśród tych działań wskazano siedem, które negatywnie oddziałują na stan środowiska naturalnego. Dotyczyły one przede wszystkim utraty funkcji gleby, degradacji gruntów i zmiany klimatu. Jednocześnie w opracowanych prognozach wskazano, że w perspektywie kolejnych 20 lat negatywne zmiany klimatu będą się nasilały, a cel powstrzymania utraty różnorodności biologicznej nie zostanie osiągnięty. Ponadto w raporcie podkreślono, iż negatywne skutki dla środowiska mają coraz bardziej zglobalizowany charakter¹⁸⁵.

Negatywne, a często nieodwracalne zmiany w coraz bardziej konsumowanych świadczeniach ekosystemów powodują, że wzrasta znaczenie wyceny tych świadczeń w decyzjach służących rozwojowi zrównoważonemu. W ogólnym ujęciu wycenę świadczeń ekosystemów można traktować jako narzędzie wspierające procesy decyzyjne poprzez wyrażenie w kategoriach ekonomicznych znaczenia procesów zachodzących w układach przyrodniczych. Zdaniem B. Poskrobko, tak interpretowana wycena świadczeń ekosystemów może przyczynić się do operacjonalizacji idei rozwoju zrównoważonego w zakresie wiązania ładu przyrodniczego z pozostałymi ładami go tworzącymi¹⁸⁶.

W praktyce wycenie podlega jedynie ten składnik kapitału przyrodniczego, który uznaje się za możliwy do substytucji kapitałem antropogenicznym. Tylko w takim zakresie uzyskane wielkości świadczeń mogą być traktowane jako ekwiwalent rezygnacji z korzyści osiąganych dzięki funkcjonowaniu układów przyrodniczych. Autorka podziela stanowisko D. Pieńkowskiego, że w tym kontekście konieczne jest włączenie w proces produkcji czynnika jakości środowiska i wkładu przyrody¹⁸⁷. W wyniku działań gospodarczych wytwarza się bowiem nie tylko określona wielkość produkcji, ale także odpowiednią jakość środowiska, stanowiącą podstawowy element życia człowieka. Jakość środowiska nie jest za-

185 *Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy...*, s. 10–12.

186 B. Poskrobko, T. Poskrobko, *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, PWE, Warszawa 2012, s. 24.

187 D. Pieńkowski, *Kapitał naturalny w teoretycznych analizach czynników produkcji*, „Ekonomia i Środowisko” 2002, nr 1, s. 18.

tem nakładem, a celem procesów gospodarczych, podobnie jak wielkość produkcji. Implikuje to nową jakość procesu produkcji, który oprócz produkcji dóbr i usług musi „utrzymywać” jakość środowiska przez zachowanie podstawowego kapitału naturalnego.

Funkcjonowanie podstawowego kapitału naturalnego odbywa się poprzez różnorodne świadczenia, które nie posiadają zazwyczaj dotąd ceny. Jak wcześniej wspomniano, kapitał ten gwarantuje życie na Ziemi, jest wielofunkcyjny oraz niemożliwy do substytucji przez pozostałe typy kapitału. Zagrożenie podstawowego kapitału naturalnego stanowi więc niebezpieczeństwo zagrożenia funkcji produkcyjnych zasobów naturalnych w długim okresie. W tym kontekście wzrasta znaczenie gospodarki niskoemisyjnej w dążeniu do zachowania globalnego klimatu. W działaniach tych transport ma do odegrania bardzo ważną rolę.

1.6. Podsumowanie

Rozpoczęcie i prowadzenie działalności gospodarczej wymaga kapitału. Do połowy XX w. kojarzony był on głównie z kapitałem uprzedmiotowanym i pracą, co przesądzało o jego odnawialnym charakterze i nie stanowiło bariery dla rozwoju gospodarczego. Wraz z osiągnięciem przez ten rozwój określonego etapu, przejście na kolejny, wyższy etap stało się trudniejsze. Wymagało to bowiem nie tylko kapitału uprzedmiotowanego i pracy, ale także kapitału naturalnego, obejmującego zasoby naturalne. Ta zmiana warunków prowadzenia działalności gospodarczej spowodowała modyfikację zachowań przedsiębiorców oraz nastawienia społeczeństw do korzystania przez nich z tego kapitału. Ci pierwsi, kierując się kategorią zysku, rozpoczęli bowiem walkę o dostęp do kapitału naturalnego. Z kolei społeczeństwa uświadomiły sobie, że prowadzenie działalności gospodarczej odbywa się często kosztem otaczającego je środowiska i porzuciły bierną postawę wobec zawłaszczania jego zasobów. Wspólną przyczyną zmiany zachowań przedsiębiorców i społeczeństw było dostrzeżenie nieodnawialnego charakteru kapitału naturalnego i ewentualnych następstw jego naruszenia lub wyczerpania dla funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych.

Świadomość istnienia bariery rozwoju społeczno-gospodarczego i jej globalnego charakteru wyzwoliła działania zmierzające do wypracowania uniwersalnych reguł korzystania z kapitału naturalnego. Jedną z tych reguł jest zasada racjonalnego gospodarowania, która podkreśla konieczność efektywnego wykorzystania zasobów. Powszechną akceptacją cieszą się zasady rozwoju zrównoważonego, wskazujące na potrzebę zachowa-

nia równowagi między realizacją celów gospodarczych, środowiskowych i społecznych. Przestrzeganie tych zasad w wymiarze globalnym staje się niezwykle istotne w warunkach postępującego procesu globalnego ocieplenia, czego efektem jest rosnąca liczba ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Szczególną aktywność w zakresie działań na rzecz rozwoju zrównoważonego przejawia UE. Działania te dotyczą zwłaszcza energetyki i transportu, które są zarówno znacznymi konsumentami zasobów środowiska, jak i znacznymi emitentami CO₂ i zanieczyszczeń obciążających to środowisko. Wspólnym środkiem prowadzącym do zmniejszenia uciążliwości obu tych sektorów gospodarki dla środowiska jest korzystanie przez nie z odnawialnych źródeł energii i w konsekwencji stopniowa substytucja źródeł nieodnawialnych.

W przypadku transportu UE koncepcja korzystania z kapitału naturalnego obejmuje rozwój transportu niskoemisyjnego. Koncepcja ta jest wyrazem realizacji założeń rozwoju zrównoważonego, a jej urzeczywistnienie jest istotnym elementem rozwoju gospodarki niskoemisyjnej UE. Jednym z ogniw tej koncepcji jest wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym. Rozwój gospodarki niskoemisyjnej stanowi wkład UE w realizację strategii rozwoju zrównoważonego w wymiarze globalnym.

Kierując się powyższymi zależnościami i wnioskami, pozytywnie zwerdyfikowano pierwszą hipotezę pomocniczą, co pozwala także na stwierdzenie, że podejmowane przez UE, inspirowane ochroną klimatu, działania będą obejmować wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym. Działania te przyczynią się bezpośrednio do ograniczenia emisji CO₂ przez ten transport, wpływając przy tym korzystnie, chociaż w mniejszym stopniu, na poprawę bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych oraz realizację celów społecznych. Jednak wysokie koszty dostosowania transportu samochodowego do funkcjonowania w warunkach gospodarki niskoemisyjnej mogą niekorzystnie wpłynąć na realizację celów gospodarczych.

Rozdział 2

Teoretyczne i pragmatyczne aspekty rozwoju gospodarki niskoemisyjnej

2.1. Wprowadzenie

Uwzględniając niepewność towarzyszącą długookresowemu prognozowaniu, coraz powszechniejsze staje się przekonanie środowisk międzynarodowych, że bez istotnej reorganizacji modeli gospodarczych w zakresie sposobów korzystania z zasobów naturalnych globalna gospodarka w coraz większym stopniu narażona będzie na negatywne efekty zmian klimatu, nieodwracalnej utraty części zasobów oraz niestabilnych cen surowców energetycznych¹. Analizując te efekty, należy zwrócić uwagę na ich wielowymiarowość. Autorzy opublikowanych w ostatnim czterdziestoleciu licznych raportów oraz opracowań dążyli do wielostronnego naświetlenia globalnych zagrożeń, podkreślając istotę wzajemnych powiązań i sprzężeń zwrotnych, występujących między nimi².

1 S. Hinc, *Transformacja gospodarki w kierunku niskoemisyjnym*, „Studia BAS” 2012, nr 1(29), s. 109.

2 Zob. m.in.: D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Published in the United States of America by Universe Books, New York 1972; M. Mesarović, E. Pestel, *Ludzkość w punkcie zwrotnym*, PWE, Warszawa 1977; J. Tinbergen, A.J. Dollman, J. Ettinger, *O nowy ład międzynarodowy*, PWE, Warszawa 1978; L. Wassily, J. Carter, G. Petri, *Jutro gospodarki świata. Raport dla ONZ*, [w:] *Nowy międzynarodowy ład ekonomiczny*, Warszawa 1979; A. King, B. Schnider, *Pierwsza rewolucja globalna. Jak przetrwać?*, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa 2000; A. Budnikowski, *Ochrona środowiska naturalnego jako problem globalny*, PWE, Warszawa 1998; *Energy, climate change and environment*, International Energy Agency, 2014.

Wymóg holistycznego podejścia do rozwoju współczesnej gospodarki wywołuje jednak wiele dylematów natury teoretycznej, a także pragmatycznej. W literaturze przedmiotu ekonomiści zwracają uwagę, że wymagania rozwoju społeczno-gospodarczego oraz ekologicznego są często sprzeczne. Zdaniem noblisty J.K. Galbraitha, działania związane z ochroną środowiska pozostają ze swej natury w konflikcie z siłą motywacyjną gospodarki rynkowej³. Na sprzeczność interesów w polityce rozwoju zrównoważonego, której założenia w istotny sposób ukształtowały koncepcję budowy gospodarki niskoemisyjnej, zwróciła również uwagę C. Day. Jej zdaniem, do zrównoważenia celów ekonomicznych, społecznych i środowiskowych konieczna jest zgodność pomiędzy różnymi interesami i celami⁴. Jednocześnie, jak zauważa E. Załoga, powyższe wyzwania wymagają czasu, bo każda pojedyncza organizacja ma swoją własną kulturę lub sposób działania i adaptuje zmiany wolniej, niż następują one w jej otoczeniu⁵. Każde społeczeństwo musi wypracować swój proces poszukiwania i kształtowania drogi do wprowadzenia trwałości. Należy jednocześnie podkreślić, że przyszły system gospodarczy nie będzie wynikiem samoistnych procesów ewolucyjnych, lecz efektem świadomego i ukierunkowanego działania.

Gospodarka globalna wkracza na ścieżkę niskoemisyjną w tempie zróżnicowanym między krajami, zależnym od ogólnego poziomu rozwoju, czynników demograficznych oraz od postępu w dziedzinie technologii i efektywności energetycznej, a także od możliwości sfinansowania procesu przejścia na tę ścieżkę⁶. Polska uczestniczy w tym procesie jako członek społeczności międzynarodowej oraz sygnatariusz postanowień konwencji klimatycznej i protokołu z Kioto⁷.

3 J.K. Galbraith, *Godne społeczeństwo. Program troski o ludność*, PWE, Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 1998, s. 75.

4 C. Day, *Sector integration and sustainable development*, Conference on Good Practice in Integration of Environment into Transport Policy, Brussels 2002, <http://www.europa.eu.int/comm/environment/gpc> [dostęp 05.03.2014].

5 E. Załoga, *Trendy w transporcie lądowym, Unii Europejskiej*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013, s. 36.

6 D. Yergin, S. Ruth, *The search for sustainable growth*, IHS CERA, Cambridge 2009.

7 Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu (ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC) i protokół z Kioto. Polska podpisała ten protokół 15 lipca 1998 r., a ratyfikowała 13 grudnia 2002 r. Celem nadrzędnym tej konwencji jest doprowadzenie do ustabilizowania koncentracji emisji GHG w atmosferze na poziomie, który nie powodowałby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny. Konwencja zobowiązuje kraje rozwinięte oraz kraje z gospodarką w okresie przejściowym do stabilizacji emisji GHG na poziomie z 1990 r. Celem protokołu z Kioto jest zobowiązanie wszystkich stron konwencji do redukcji antropogenicznych emisji GHG, wymienionych w załączniku A do protokołu, wyrażonej w równoważniku CO₂ w okresie

W debatach międzynarodowych istnieje zgodność poglądów, że realizacja koncepcji gospodarki niskoemisyjnej, jako jednego z filarów rozwoju zrównoważonego, wymaga aktywnego udziału państwa. Jak zauważa J.K. Galbraith, „istnieje duży obszar działań gospodarczych, w których rola rynku nie podlega i nie powinna podlegać dyskusji”. Podobnie szeroki jest zakres działań, rosnący wraz ze wzrostem dobrobytu gospodarczego, kiedy usługi i funkcje państwa są albo konieczne, albo lepsze z punktu widzenia potrzeb społecznych⁸. Działania te powinny się koncentrować m.in. na ochronie klimatu lub efektywnym wykorzystaniu zasobów naturalnych. Celem tych działań jest dbałość o globalne dobra środowiskowe o charakterze publicznym⁹.

Ochrona klimatu jest nie tylko sprawą polityki ekologicznej, ale celem wszystkich działań publicznych i prywatnych. Traktowanie działalności ochronnej środowiska przyrodniczego jako rodzaju dobra publicznego z dodatnimi efektami zewnętrznymi wymaga wyznaczenia określonych wzorów kooperacji¹⁰. Ich wypracowanie przyczyni się do lepszego zrozumienia publicznego charakteru ochrony klimatu, wzmocnienia gotowości do współpracy i do odrzucenia ewentualnych prób „jazdy na gapę”¹¹. Naukowcy podkreślają bowiem, że jeśli dostarczenie dobra publicznego będzie finansowane tylko przez niektóre państwa, to zakres działalności ochronnej będzie niewystarczający, aby osiągnąć stan równowagi Pareto¹².

rozliczeniowym (2008–2012). Dnia 22 kwietnia 2016 r. polski rząd podpisał porozumienie klimatyczne osiągnięte w Paryżu 12 grudnia 2015 r. Celem tego porozumienia jest utrzymanie wzrostu globalnej średniej temperatury na poziomie znacznie poniżej 2°C w stosunku do epoki przedindustrialnej i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia jej wzrostu do 1,5°C. Porozumienie ma zacząć obowiązywać od 2020 r.

8 J.K. Galbraith, *Godne...*, s. 24–25.

9 Dobra publiczne stanowią tego rodzaju dobra społeczne, których użycie i wykorzystanie jest dostępne dla wszystkich ludzi, w przestrzeni naturalnej i politycznej, w których są one oferowane. Ich wykorzystanie nie zależy od materialnych zasobów, którymi dysponują poszczególne osoby. Nikt nie może albo nie powinien być więc wyłączone z ich wykorzystania.

10 Działalność ochronna środowiska przyrodniczego dotyczy przedsięwzięć mających na celu nie tylko racjonalne kształtowanie środowiska i gospodarowanie jego zasobami, ale także – a może przede wszystkim – przeciwdziałanie powstawaniu zanieczyszczeń lub zapobieganie ich szkodliwym wpływom na otoczenie oraz przywracanie środowiska przyrodniczego lub jego elementów do stanu umożliwiającego pełnienie przez nie swoich funkcji. Za: M. Kozuch, *Subsydiowanie ochrony środowiska przyrodniczego w gospodarce rynkowej. Doświadczenia Polski*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2013, s. 73.

11 I. Kaul, *Globale öffentliche Güter – Wer ist zuständig, der setzt sich für sie ein*, „Jahrbuch Ökologie 2004”, München 2005, s. 62.

12 Zob. m.in. T. Żylicz, *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004; M. Burchard-Dziubińska, *Instytucjonalne aspekty współpracy międzynarodowej w dziedzinie ochrony środowiska*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2006.

Partycypacja wszystkich uczestników w działaniach na rzecz stabilizacji klimatu pozwala na uniknięcie tzw. dylematu więźnia. W swoich badaniach M. Burchard-Dziubińska oraz D. Lipińska zwróciły uwagę, że brak komunikacji i zdolności do uzgodnienia wspólnej strategii sprawia, że dla każdej ze stron racjonalny jest wybór nieprowadzenia lub niezwiększania zakresu tych działań¹³. Nawet w sytuacji jednostronnego podjęcia działań ochronnych przez podmioty, którym zależy na stabilizacji klimatu, będą one unikały ponoszenia dodatkowych kosztów w obawie przed pogorszeniem się ich konkurencyjności oraz niepewnością co do zachowania pozostałych stron.

Problemem zarówno teoretycznej, jak i praktycznej natury jest określenie optymalnego zakresu ochrony klimatu, jak również kierunków podejmowanych działań na rzecz ograniczenia emisji CO₂, co stanowi przedmiot wielu debat, jak i sporów w świecie nauki, biznesu i polityki. Z przedstawionego w czasie Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu (ang. *Conference of Parties*, COP) raportu za 2013 r. wynika m.in., że większości państw nadal nie udało się zrównoważyć sprzecznych priorytetów, określanych przez Światową Radę Energetyczną (ang. *World Energy Council*, WEC) jako tzw. trylemat energetyczny¹⁴. W raporcie tym stwierdzono jednocześnie, iż prywatne inwestycje w infrastrukturę niskoemisyjną są niewystarczające. Wskazano także, że właśnie politycy muszą stworzyć zasady, które pozostaną niezmiennie i określą właściwy zakres działań na rzecz ochrony klimatu. Podobne poglądy reprezentowali także autorzy raportu opublikowanego w 2015 r. przez koncern ExxonMobil¹⁵. W opracowanej do 2040 r. prognozie dla światowego rynku energii wskazali oni na potrzebę ochrony klimatu¹⁶. Jednak ich zdaniem efektywnymi ekonomicznie działaniami zmniejszania emisji CO₂ do atmosfery powinny być bardziej inwestycje w techniki przechwytywania CO₂ niż dążenia do upowszechnienia kosztownej energii odnawialnej. W osiągniętym podczas 21. Konferencji Stron

13 M. Burchard-Dziubińska, D. Lipińska, *Analiza problem przenoszenia zakładów produkujących cement, stal, szkło oraz aluminium poza terytorium Polski i UE na skutek pojawienia się nowych przeszkód dla przedsiębiorców wynikających z pakietu klimatyczno-energetycznego oraz ocean proponowanych mechanizmów zapobiegających temu zjawisku*, [w:] *Pakiet klimatyczno-energetyczny. Analityczna ocena propozycji KE*, Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Departament Polityki Integracyjnej, Warszawa 2008, s. 361–362.

14 Oznacza on możliwości wdrożenia zrównoważonej polityki energetycznej z punktu widzenia trzech kryteriów: bezpieczeństwa energetycznego, równości społecznej oraz łagodzenia wpływu na środowisko przyrodnicze. Za: *Energy sustainability index*, [w:] *World energy issues monitor 2014*, World Energy Council, 2014.

15 ExxonMobil jest jednym z największych na świecie, pod względem wartości rynkowej, przedsiębiorstw energetycznych.

16 Zob. więcej: *The outlook for energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015.

Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu porozumieniu wskazano na dwa kierunki działań, mających na celu ograniczenie emisji CO₂. Pierwszy z nich dotyczy redukcji tych emisji u źródła, np. poprzez wprowadzanie nowych technologii lub zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym. Drugi kierunek obejmuje działania na rzecz wzrostu pochłaniania emisji CO₂ przez lasy¹⁷.

Wiele krajów i liczne organizacje pozarządowe są zgodne, że zmiana klimatu jest istotnym problemem. Zgodnie z prognozami Międzynarodowej Agencji Energetycznej (ang. International Energy Agency, IEA) oraz Amerykańskiej Agencji Informacji Energetycznej (ang. U.S. Energy Information Administration, EIA) nie należy się spodziewać realnego zmniejszenia emisji CO₂ w najbliższej przyszłości. Zdaniem ekspertów IEA i EIA, paliwa kopalne będą nadal dominować w globalnej strukturze wytwarzania energii. Natomiast znaczny rozwój odnawialnych źródeł energii, przynajmniej do momentu osiągnięcia przez nie konkurencyjności, będzie możliwy jedynie dzięki polityce i wsparciu finansowemu państw. Działania na rzecz opracowania i wdrożenia długofalowych strategii dekarbonizacji gospodarki świadczą więc o zrozumieniu istoty skutecznej, globalnej walki o klimat.

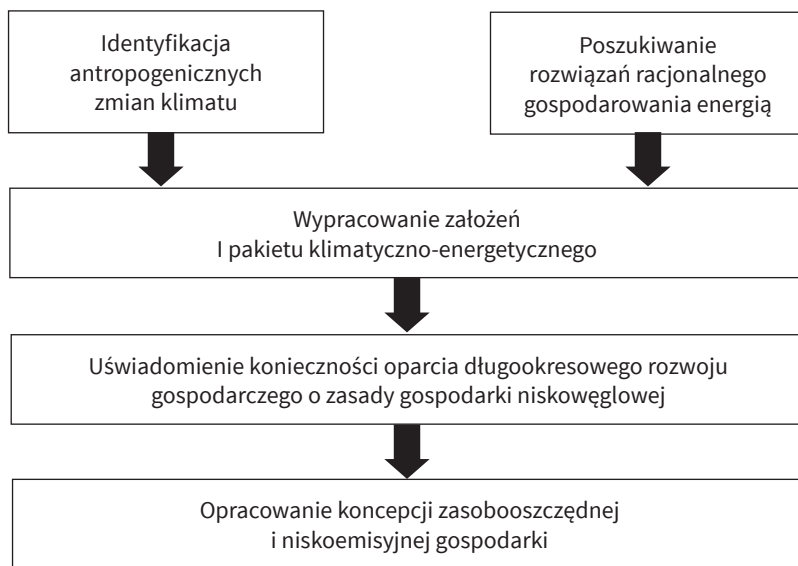
2.2. Teoretyczne ujęcie gospodarki niskoemisyjnej

Strategia budowy gospodarki niskoemisyjnej w Europie znajduje swoje źródło w analizie teoretycznych aspektów niskoemisyjnego modelu gospodarczego, jak również w wielopłaszczyznowych uwarunkowaniach jego budowy i przyszłego funkcjonowania. Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej (rysunek 7) wywodzi się z przyjętej w 1992 r. w Rio de Janeiro Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Postulaty ograniczenia antropogenicznych zmian klimatu i racjonalnego gospodarowania energią, wynikające z założeń I pakietu klimatyczno-energetycznego, powiązane z rozwojem gospodarki niskowęglowej, co jest utożsamiane z budową strategii niskoemisyjnego rozwoju (ang. *Low-Emission Development Strategies*, LEDS)¹⁸.

17 https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/mos/Aktualnosci/COP21_-_podsumowanie.pdf [dostęp 05.05.2016].

18 Terminu tego używa się do opisanego, związanych z odległą przyszłością, planów/strategii rozwoju, którym będzie towarzyszyć ograniczenie emisji CO₂ i innych

Początkowo koncepcja LEDS miała zachęcać kraje rozwijające się do udziału w negocjacjach w sprawie ochrony klimatu, rozumianych jako „mięka” alternatywa dla dobrowolnych lub obligatoryjnych celów redukcji emisji GHG¹⁹. Odwołując się w 2008 r. do tej koncepcji, UE wystąpiła z inicjatywą wzmocnienia działań na rzecz ochrony klimatu, propagując rozwój gospodarki niskoemisyjnej, efektywnie wykorzystującej zasoby.



Rysunek 7. Zasadnicze etapy koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w UE

Źródło: opracowanie własne.

Idea rozwoju gospodarki niskoemisyjnej osadzona została na czterech podstawach teoretycznych: liberalnej koncepcji gospodarki rynkowej, koncepcji rozwoju zrównoważonego, endogenicznych teoriach rozwoju gospodarczego oraz ostatecznym odrzuceniu teorii dóbr wolnych²⁰.

GHG. Zob. więcej: Ch. Clapp, G. Briner and K. Karousakis, *Low-emission development strategies (Leds)*, Technical, Institutional and Policy Lessons, OECD/IEA, 2010.

19 M. Burchard-Dziubińska, *Dostępność i jakość danych statystycznych niezbędnych do budowania strategii gospodarki niskoemisyjnej w jednostkach samorządu terytorialnego*, „OPTIMUM. Studia Ekonomiczne” 2014, nr 3(69), s. 140–141.

20 W. Piontek, *Czynniki rozwoju gospodarczego w koncepcji gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 7–8, *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju w XXI wieku*, t. 1, s. 167.

Pojęcie gospodarki niskoemisyjnej może być rozpatrywane w ujęciu teoretycznym, jak również poprzez kryterium celów, których realizacji mają służyć podejmowane działania. W podejściu teoretycznym gospodarkę niskoemisyjną należy definiować jako gospodarkę realizującą długoterminowy rozwój oparty na czynnikach endogenicznych, przy jednoczesnym dążeniu do minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze m.in. poprzez minimalizację emisji zanieczyszczeń oraz efektywne wykorzystywanie zasobów. W modelach wzrostu endogenicznego, stanowiących fundament analizowanej koncepcji, eksponuje się wewnętrzne czynniki wzrostu, które można kształtować zgodnie z przyjętymi celami i kryteriami.

W koncepcji gospodarki niskoemisyjnej podstawowymi czynnikami mającymi zadecydować o wzroście i rozwoju UE są nieustanne inwestycje w kapitał ludzki oraz postęp technologiczny związany z ograniczaniem emisyjności i zasobochłonności gospodarek. Wykorzystanie potencjału technicznego i technologicznego jako czynnika wzrostu gospodarczego wymaga zdefiniowania obszaru, w którym postęp ten ma być realizowany, jak również zagwarantowania niezbędnego poziomu dyfuzji innowacyjnych rozwiązań. Zapewnienie tej dyfuzji wiąże się z koniecznością podejmowania działań na rzecz tworzenia efektywnego popytu inwestycyjnego, jak i popytu konsumpcyjnego na dobra inwestycyjne. Wielkość i stabilność tych rodzajów popytu są bezpośrednio determinowane poziomem społecznej akceptacji dodatkowych wydatków, wyrażającym się w różnicach elastyczności tej akceptacji.

Dobrem publicznym, które charakteryzuje się relatywną sztynnością popytu, jest środowisko przyrodnicze. Jego ochrona uzasadnia gotowość społeczeństw do akceptacji dodatkowych wydatków, a więc dodatkowych obciążeń fiskalnych. Podzielając poglądy W. Piontka i innych, można stwierdzić, że perspektywa postrzegania czasu determinuje poziom społecznej akceptacji podejmowanych działań²¹. Jednostki zorientowane na przyszłość czują się odpowiedzialne za stan środowiska przyrodniczego teraz i w przyszłości. W konsekwencji jednostki te cechuje wyższa skłonność do ponoszenia dodatkowych wydatków w związku z realizacją celów, które postrzegają jako istotne. Przyszłościowa orientacja jednostki wynika m.in. z takich czynników, jak stabilność gospodarcza, polityczna i społeczna czy przynależność do wyższych klas społecznych. Szeroko rozumiana niepewność co do przyszłości, jak również przynależność do niższych klas społecznych negatywnie wpływają na perspektywę postrze-

21 *Fundusze strukturalne jako instrument wsparcia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, red. W. Piontek, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok 2011, s. 74–75.

gania czasu i kształtują postawy zorientowane na teraźniejszość. Jednostki o perspektywie postrzegania czasu zorientowanej na teraźniejszość nie są zainteresowane problematyką środowiskową i konsekwencjami podejmowanych działań oraz realizowanych procesów.

Analizując problem czynników wzrostu gospodarczego, należy zwrócić uwagę, że w minionych dziesięcioleciach pozytywnym endogenicznym czynnikiem rozwoju UE pozostawał rozwój szeroko rozumianej infrastruktury. Zgodnie z przyjętymi założeniami czynnikiem, który ma się stać w kolejnych dziesięcioleciach nośnikiem postępu i rozwoju gospodarczego UE, są działania na rzecz ograniczania zmian klimatycznych, w tym w szczególności na rzecz ograniczenia emisyjności i zasobochłonności gospodarki unijnej. Tymczasem koncepcja budowy gospodarki niskoemisyjnej oparta na gruncie globalnego ładu klimatycznego spotyka się z brakiem wystarczająco silnej społecznej motywacji do działania. W dużym stopniu wynika to z natury zmian klimatycznych, tj. częściowej ich wirtualności oraz braku namacalnych dowodów świadczących jednoznacznie o istnieniu antropogenicznych przyczyn tych zmian. Wymusza to z jednej strony kreowanie przekonania o istnieniu zagrożeń, z drugiej zaś podejmowanie działań ukierunkowanych na osiąganie określonych celów. Na kraje wywierana jest nieustanna presja celu.

Popyt na nowe technologie, jak również dobra inwestycyjne i konsumpcyjne przyczyniające się do wzrostu efektywności energetycznej i dekarbonizacji gospodarki pozostaje funkcją wielu zmiennych, z których kluczowe znaczenie mają regulacje prawne zaostrzające normy środowiskowe i wymuszające innowacyjność oraz wyznaczające sankcje dla podmiotów gospodarczych i osób niespełniających wyznaczonych kryteriów środowiskowych. Podzielając opinie pewnej grupy środowisk naukowych i politycznych, można uznać, że warunkiem koniecznym, aby podejmowane działania na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej stały się dla państw członkowskich UE, w tym także dla Polski, czynnikiem długookresowego wzrostu, jest wymóg, że kraje te nie mogą być wyłącznie biorcami postępu technologicznego. Koniecznością jest, aby tworzyły one podaż nowoczesnych technologii niskoemisyjnych i zasobooszczędnych dóbr oraz usług inwestycyjnych. Zmiany dochodu nabywców dóbr niskoemisyjnych i zasobooszczędnych będą bowiem stanowiły istotny czynnik kształtujący popyt.

Tymczasem w Polsce, mimo iż nakłady na działalność badawczo-rozwojową wzrosły z 0,60% PKB w 2007 r. do 0,94% PKB w 2014 r., wciąż pozostawały wyraźnie poniżej średniej unijnej, która wyniosła 2,03% PKB UE. W 2014 r. Polska zajęła więc dopiero 25. miejsce wśród państw członkowskich UE w zakresie wydatków na badania i rozwój. Osiągnię-

cie przyjętego dla Polski w ramach strategii *Europa 2020* celu zwiększenia nakładów na badania i rozwój do poziomu 1,7% PKB może być więc zagrożone. Niskie były również wydatki polskich przedsiębiorstw na działalność badawczo-rozwojową, które stanowiły 0,38% PKB w 2013 r. Dla porównania średnia UE wyniosła 1,29%²². W 2014 r. przedsiębiorstwa sektora prywatnego w UE przeznaczyły o 2,5% więcej wydatków na badania i rozwój, podczas gdy w Chinach wzrost ten wyniósł 46%, w USA 3,4%, zaś w Japonii odnotowano 14% spadek. Jednocześnie, jak wynika z raportu *Global Innovation 1000*, wydatki na badania i rozwój w 2014 r. na świecie wzrosły jedynie o 1,4% w stosunku do 2013 r., podczas gdy w ostatnich dziesięciu latach przeciętny wskaźnik wzrostu wynosił 5,5%²³.

Koncepcja budowy gospodarki niskoemisyjnej, opartej na idei rozwoju zrównoważonego, wymaga precyzyjnego zdefiniowania wartości, na jakich zostanie stworzona. Dekarbonizacja gospodarki nie może być celem samym w sobie. Odnosząc się bezpośrednio do definicji rozwoju zrównoważonego, autorka podziela pogląd, że system gospodarki niskoemisyjnej w pierwszej kolejności powinien służyć dobru osoby ludzkiej i dobru ogólnemu²⁴.

Podstawowym celem realizacji koncepcji gospodarki niskoemisyjnej powinno być maksymalizowanie korzyści netto wynikających z rozwoju ekonomicznego, przy jednoczesnym zachowaniu użyteczności i jakości zasobów naturalnych w długim okresie²⁵. Efektami tego rozwoju powinny być przede wszystkim: wzrost dochodu *per capita*, jak również poprawa innych elementów współtworzących dobrobyt społeczny, przy jednoczesnym obniżeniu tempa wyczerpywania surowców, degradacji środowiska, niestabilności i poziomu nierówności społecznych²⁶. Narzę-

22 *Sprawozdanie krajowe – Polska 2015 r.*, Dokument Roboczy Służb Komisji, SWD (2015) 40, Bruksela 2015, s. 23.

23 *The Global Innovation 1000: Proven paths to innovation success*, <http://www.strategyand.pwc.com/global/home> [dostęp 12.11.2015].

24 Na aspekt społeczny rozwoju zrównoważonego zwrócili uwagę w swoich badaniach m.in. E. Barbier, D. Pearce i A. Markandya. Zob. więcej: E.B. Barbier, *The concept of sustainable development*, „Environmental Conservation” 1987, vol. 14(2), s. 101–110; D. Pearce, E.B. Barbier, A. Markandya, *Sustainable development, economics and the environment in the Third World*, Edward Elgar, Aldershot 1990, s. 2–3.

25 Cecha trwałości w koncepcji europejskiej gospodarki niskoemisyjnej implikuje zarazem, że rozwój musi być zrównoważony, tzn. występuje równowaga pomiędzy celami ekonomicznymi, społecznymi i jakością środowiska, a także zapewnione jest zachowanie zasobów przyrodniczych dla przyszłych pokoleń wzdłuż całej ścieżki rozwoju społeczno-ekonomicznego.

26 D. Pearce, K. Turner, *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, New York 1990, s. 93.

dziem umożliwiającym osiągnięcie wspomnianych efektów winien być zintegrowany rachunek efektywności, pozwalający na zbilansowanie pozytywnych i negatywnych skutków powstających w sferze ekonomicznej, społecznej i ekologicznej.

Rozwój gospodarczy w strategii gospodarki niskoemisyjnej powinien więc obejmować niezbędne zmiany w gospodarce i społeczeństwie. Odnosząc się do badań A. Bernaciaka, dotyczących dostępności usług środowiskowych, autorka zauważa, że społeczeństwo zrównoważone należy postrzegać jako społeczeństwo „wzrostowe”, poszukujące alternatywnych dróg rozwoju²⁷. Jednocześnie w swojej interpretacji utożsamia ona społeczeństwo „wzrostowe” w modelu gospodarki niskoemisyjnej ze społeczeństwem, które realizuje działania mające na celu ograniczenie nadmiernych emisji antropogenicznych zanieczyszczeń i racjonalizację zużycia zasobów. Należy zaznaczyć, że działania te nie mogą być wzajemnie sprzeczne.

Ponadto koniecznością jest wymóg podejmowania wielopłaszczyznowych i zintegrowanych aktywności na rzecz wypracowania alternatywnych ścieżek rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, takich jak np. poszukiwanie i wdrażanie energooszczędnych i zasobooszczędnych technologii, rozwój technologii „końca rury”²⁸, realizacja produkcji z użyciem najlepszych dostępnych technologii (ang. *Best Available Techniques*, BAT), rozwój technologii i zwiększania wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a także ścieżka podnoszenia efektywności energetycznej w sferze energetyki, transportu, produkcji, handlu, konsumpcji i gospodarki odpadami²⁹.

27 Dostępność usług środowiskowych może być utrzymana w czasie pod warunkiem, że pobieranie zasobów naturalnych i odprowadzanie zanieczyszczeń nie przekroczy zdolności ekosystemów do samooczyszczania i samoodnowienia. Przestrzeganie tego warunku wymaga ograniczenia zużycia tych zasobów do poziomu niższego niż ich przyrosty w określonym czasie, co wiąże się z nieustannym wzrostem ich produktywności oraz poszukiwaniem alternatywnych rozwiązań. Zob. więcej: A. Bernaciak, *Ograniczenia antropogenicznych obciążeń środowiska jako czynnik trwałego i zrównoważonego rozwoju*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009, s. 19, 39.

28 Technologie „końca rury” obejmują urządzenia lub/i sprzęt techniczny wykorzystane do ochrony środowiska. Nie ingerują one w proces produkcyjny, lecz redukują zanieczyszczenia w nim powstające. Obejmują one także tzw. technologie zintegrowane, stanowiące zwykle część większego procesu produkcyjnego, które umożliwiają redukcję ilości i jakości wytwarzanych zanieczyszczeń na bardziej przyjazne środowisku. Technologie „końca rury” nie obejmują urządzeń przeznaczonych wyłącznie do zachowania przemysłowych norm bezpieczeństwa. Za: <http://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/slownik-terminow-prawnych/urzedzenia-do-ochrony-srodowiska> [dostęp 20.02.2016].

29 W. Piontek, *Ewolucja europejskiej polityki klimatycznej w aspekcie budowy gospodarki niskoemisyjnej*, [w:] *Implementacyjne aspekty wdrażania zrównoważonego*

Spełnienie kryterium niskoemisyjności i zasobooszczędności gospodarki wymaga również działań w sferze kształtowania świadomości społecznej. Zmiana tej świadomości jest bowiem warunkiem koniecznym poszanowania człowieka i zasobów natury, kierowania się w działalności gospodarczej dobrem ogółu, a nie tylko zyskiem finansowym. Szczególne zainteresowanie zasobooszczędnością potwierdza ostateczne odrzucenie teorii dóbr wolnych i narzucony wymóg weryfikacji treści kategorii „efektywność ekonomiczna”.

W zakresie koncepcji modelu gospodarczego słuszne wydaje się postulowanie, aby podstawą funkcjonowania przyszłej unijnej gospodarki niskoemisyjnej był mechanizm wolnorynkowy w jego klasycznym, tj. liberalnym kształcie. Podstawą klasycznej gospodarki liberalnej, opartej na mechanizmach wolnorynkowych, jest koncepcja gospodarki przedstawiona przez A. Smitha w dziele *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*. Tworząc podstawy liberalizmu gospodarczego, ten filozof i ekonomista uznał mechanizm wolnej konkurencji za naturalny instrument regulujący procesy życia gospodarczego. W jego przekonaniu państwo powinno tworzyć zaplecze instytucjonalne dla sprawnego funkcjonowania gospodarki wolnorynkowej. Ponadto państwo powinno podejmować działania stymulujące wzrost dobrobytu społecznego, które początkowo nie przynoszą zysku, ale są niezbędne dla dobra publicznego³⁰. Przedmiot zainteresowania A. Smitha pozostaje w ścisłej korelacji z ideą rozwoju zrównoważonego³¹.

Osadzoną na fizjokratycznych fundamentach wizję gospodarki wolnorynkowej charakteryzuje szczególne zainteresowanie problematyką racjonalności gospodarowania, własności prywatnej, dobra ogólnego i sprawiedliwości społecznej, a także roli i obowiązków państwa w zapewnianiu szczęścia jego obywatelom i zaspokajaniu ich potrzeb. W teorii liberalnej racjonalność gospodarowania postrzegana jest jako warunek konieczny dla zapewnienia dobra ogólnego. Podejmując problem finansowania dóbr publicznych i społecznych, autorka podtrzymuje swoje stanowisko uznające nadrzędną rolę państwa w podejmowaniu działań na rzecz zapewnienia tego dobra.

rozwoju, red. D. Kiełczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2011, s. 48.

30 D. Drabińska, *Wykłady z historii myśli ekonomicznej. Od merkantylizmu do monetarizmu*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2007, s. 31.

31 F. Piontek, *Podstawy teorii rozwoju*, [w:] *Rozwój, godność człowieka – gospodarowanie – poszanowanie przyrody*, red. B. Piontek, PWE, Warszawa 2007, s. 65.

2.3. Przestanki rozwoju gospodarki niskoemisyjnej

2.3.1. Zmiany klimatyczne

Ocieplenie klimatu Ziemi jest jednym z niezwykle złożonych procesów ze względu na dużą liczbę czynników go determinujących, a także kierunków i efektów ich oddziaływania. Efekt cieplarniany, zwany również szklarniowym, to zjawisko fizyczne polegające na zatrzymaniu pewnej ilości ciepła emitowanego do atmosfery, spowodowane wzrostem stężenia GHG³². Gazy te z jednej strony przepuszczają pasmo fal słonecznych ultrafioletowych, z drugiej zaś absorbują promieniowanie podczerwone, zapobiegając w ten sposób ucieczce ciepła atmosferycznego w Kosmos³³. Proces ten jest porównywany do tego, jaki występuje w szklarniach, jednak zjawisk tych nie można utożsamiać³⁴.

W badaniach nad zmianami klimatu naukowcy zwracają uwagę na identyfikację czynników potencjalnie odpowiedzialnych za efekt cieplarniany

32 Do gazów cieplarnianych zalicza się: parę wodną, dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O), sześćfluorek siarki (SF_6), gazy z grupy fluorowęglowodorów i grupy perfluorowęglowodorów oraz prekursorzy gazów cieplarnianych, tj. tlenek węgla (CO), tlenki azotu ($\text{NO} + \text{NO}_2$), niemetanowe lotne związki organiczne, dwutlenek siarki (SO_2).

33 Analizując rozwój gospodarki niskoemisyjnej oraz prezentując zagadnienia dotyczące emisji GHG, w rozprawie skoncentrowano się na wielkości emisji CO_2 . Gaz ten uznawany jest bowiem za główny strumień antropogennych gazów cieplarnianych powstający w czasie spalania paliw kopalnych. Zgodnie z koncepcją rozwoju gospodarki niskoemisyjnej przyjęte cele redukcyjne dotyczą emisji CO_2 , które określane są na podstawie wyników bazowej inwentaryzacji tych emisji. Inwentaryzacja ta może obejmować jedynie emisje CO_2 lub dodatkowo emisje innych GHG, których ilość przeliczana jest na tzw. ekwiwalent CO_2 ($\text{CO}_{2\text{eq}}$). Za: K. Carbol, M. Herman, *Sporządzenie bazowej inwentaryzacji zużycia energii i emisji CO_2* , Szkolenie dla beneficjentów IX osi priorytetowej POIiŚ, działania 9.3 z zakresu planów gospodarki niskoemisyjnej, Departament Gospodarki Niskoemisyjnej, Zegrze 2014, s. 7.

34 W obu przypadkach następuje wzrost temperatury, jednak przyczyny podwyższania się temperatury w szklarni różnią się od przyczyn wywołujących efekt cieplarniany w atmosferze. Ogrzewanie się szklarni następuje w wyniku ograniczenia ucieczki ciepłego powietrza, czyli ograniczenia konwekcyjnej i turbulentnej wymiany ciepła. Natomiast atmosferyczny efekt cieplarniany powstaje poprzez ograniczenie wypromieniowania. Istnieją jednak źródła wskazujące na analogię pomiędzy tymi zjawiskami. Zob. m.in.: R.W. Wood, *Note on the theory of the greenhouse*, „London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine” 1909, vol. 17, s. 319–320; E. Claussen, V.A. Cochran, D.P. Davis, *Climate change: Science, strategies, & solutions*, Pew Center on Global Climate Change, 2001.

niany oraz ukazanie konsekwencji tych zmian w odniesieniu do systemów gospodarczych, społecznych i przyrodniczych³⁵. Światowa debata nad zmianami klimatycznymi budzi jednak wiele kontrowersji. Wśród dużej grupy naukowców i decydentów politycznych oraz w mediach dominuje przekonanie, że podstawowym powodem zmian klimatycznych jest wzrost stężenia GHG w atmosferze, będący skutkiem działalności człowieka³⁶. Takie stanowisko wynika także z traktatu Narodów Zjednoczonych, w którym zmiany klimatu określono, jako „zmiany spowodowane pośrednio lub bezpośrednio działalnością człowieka, która zmienia skład atmosfery ziemskiej i która jest czynnikiem dodatkowym wobec naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach”³⁷.

W wielu raportach i opracowaniach naukowych przytaczane są argumenty polemizujące ze stanowiskiem wynikającym z traktatu Narodów Zjednoczonych. Nie negując faktu, że działalność człowieka może mieć wpływ na klimat lokalny oraz że suma takich lokalnych wpływów może teoretycznie wzrosnąć do poziomu obserwowanego sygnału globalnego, naukowcy zwracają uwagę na naturalną zmienność klimatu³⁸. W obliczu

35 Szerzej na temat zmian klimatu Ziemi i efektu cieplarnianego zob. m.in.: N. Beg et al., *Linkages between climate change and sustainable development*, „Climate Policy” 2002, vol. 2(2–3), s. 129–144; N. Grist, *Positioning climate change in sustainable development discourse*, „Journal of International Development” 2008, vol. 20, s. 783–803; R. Swart, J. Robinson & S. Cohen, S., *Climate change and sustainable development: Expanding the options*, „Climate Policy” 2003, vol. 3 (Suppl. 1), s. 19–40; S. Vanderheiden, *Atmospheric justice*, „A Political Theory of Climate Change”, Oxford University Press, 2009; P. Forester et al., *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing*, Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment, Report of Intergovernmental Panel on Climate Change, CUP, Cambridge 2007.

36 Zjawisko zmian klimatycznych zostało po raz pierwszy zauważone przez naukowców na początku XIX w. W 1827 r. J.B. Fourier zasugerował jako pierwszy, że działalność człowieka może mieć wpływ na zmiany klimatu. Teoria zmian klimatycznych i emisji GHG następnie została rozwinięta przez szwedzkiego naukowca S. Arrheniusa, który w 1896 r. opublikował pierwsze szacunki zmian globalnej temperatury planety spowodowanych przez emisję przemysłowe. Zob. więcej: V. Ramanathan, *The radiative and climatic consequences of the changing atmospheric composition of trace gases*, [w:] *The changing atmosphere*, eds F.S. Rowland, I.S.A. Isaksen, John Wiley & Sons, Chichester 1988, s. 136; H. Rodhe, R. Charlson, E. Crawford, *Svante Arrhenius and the greenhouse effect*, „AMBIO” 1997, vol. 26, no. 1, s. 3. Za: B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój...*, s. 107.

37 Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu, Nowy Jork 1994, Dz.U. 1996, nr 53, poz. 238, art. 1.2.

38 Zob. m.in. *Nature, Not Human Activity, Rules the Climate: summary for policymakers of the report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change*, ed. S. Fred Singer, The Heartland Institute, Chicago 2008; *Climate change reconsidered: the 2009 report of the Nongovernmental International Panel on Climate*

licznych dowodów empirycznych naukowcy ci wskazują, że obserwowane obecnie zmiany globalnych wskaźników klimatu i środowiska fizycznego, jak również bieżące zmiany charakterystyki roślin i zwierząt, są w pierwszej kolejności wynikiem nieustannie zachodzącego procesu oddziaływania czynników naturalnych³⁹.

Bezpośrednia ludzka przyczynowość określonych zmian, które wykaczają poza zwykłą naturalną zmienność, wpisała się w ten proces jako kolejny czynnik wpływający na nieprzerwanie zachodzące zmiany klimatu⁴⁰. Trudno jednak precyzyjnie określić, w jakim stopniu zmiany te spowodowane są emisjami pochodzenia antropogenicznego⁴¹. Należałoby również uwzględnić fakt, że klimat w pewnym zakresie może podlegać samoregulacji, a wszystkie czynniki na niego wpływające nie poddają się prostemu modelowaniu⁴². Na obecnym poziomie badań argumenty naukowe pozwalają jednak uznać czynniki naturalne za zasadnicze czynniki stymulujące zmiany klimatu w długich okresach. Natomiast korelacje między zmianami temperatury i emisjami CO₂ związanymi z działalnością człowieka zaliczane są do czynników oddziaływania krótkookresowego⁴³.

Kontynuując rozważania dotyczące zmian klimatu, należy zwrócić uwagę na odmienne, od ustalonego w trakcie negocjacji Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu, podejście prezentowane przez Międzyrządowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). W Raporcie z XXVII Sesji Plenarnej, która odbyła się w listopadzie 2007 r., członkowie IPCC stwierdzili, że zmiany klimatu są możliwe do identyfikacji (np. poprzez testy

Change, Raport Pozarządowego Międzynarodowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (NIPCC) 2009; *Climate change reconsidered II: physical science*, NIPCC 2013; *Climate change reconsidered II: Impacts, adaptation, and vulnerability*, NIPCC 2014.

39 Takie poglądy na temat przyczyn globalnego ocieplenia wyrażane były m.in. w Apelu Heideberskim (ang. *Heidelberg Appeal*) z 1992 r., Deklaracji Lipskiej (ang. *Leipzig Declaration*) z 1995 r., Petycji Oregońskiej (ang. *Oregon Petition*) z 1998 r., Liście Heartland Institut (ang. *Heartland's Institut List*) z 2007 r. oraz Raporcie Mniejszości Senatu USA (ang. *Senate Minority Report*) z 2007 i 2008 r.

40 K. Kożuchowski, R. Przybylak, *Efekt cieplarniany*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1995, s. 24.

41 K. Zimniewicz, *Globalne ocieplenie. Wątpliwy sojusz nauki z polityką, ideologią i biznesem*, „Ekonomia i Środowisko” 2011, nr 1(39), s. 15.

42 T. Sterner, J. van den Bergh, *Frontiers of environmental and resource economics, environmental*, Kluwer Academic Publisher, 1998. Za: M. Burchard-Dziubińska, *Wpływ adaptacji do zmian klimatu na rozwój społeczno-gospodarczy Unii Europejskiej*, „Handel Wewnętrzny” 2013, nr 6, t. I. Trendy, wyzwania i dylematy zrównoważonego rozwoju, 2013, listopad–grudzień (A), s. 75.

43 *Fundusze strukturalne jako instrument wsparcia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, red. W. Piontek, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok 2011, s. 32.

statystyczne), jako zmiany znaczenia i/lub zmienności jego składowych, utrzymujące się przez dłuższy czas (10 lat lub dłużej)⁴⁴. W swoich badaniach członkowie IPCC odnoszą się więc do każdej zmiany klimatu, niezależnie od tego, czy jest ona spowodowana czynnikami naturalnymi i naturalną zmiennością, czy też jest rezultatem działalności człowieka.

Mimo wielu kontrowersji dotyczących antropogenicznej odpowiedzialności za zmianę klimatu, metodologii i przebiegu procesu badawczego oraz konkluzji wynikających z debaty klimatycznej, w tym m.in. z tzw. raportu Sterna⁴⁵ czy raportu IPCC⁴⁶, trudno dziś już kwestionować fakt zaobserwowanych w epoce industrialnej zmian globalnej temperatury. Z opublikowanego w 2014 r. piątego raportu IPCC dotyczącego zmian klimatu wynika, że ludzie są odpowiedzialni za co najmniej połowę wzrostu średniej globalnej temperatury w ostatnich dziesięcioleciach.

Obserwacyjne i modelowe badania zmian temperatury pokazują, że emisje CO₂ związane z działalnością człowieka spowodowały w ciągu ostatnich 15 lat ocieplenie atmosfery o co najmniej 0,3°C. Naukowcy jednocześnie ostrzegają, że zakumulowane w atmosferze emisje CO₂ i CH₄ w znacznym stopniu zdeterminują średnie globalne ocieplenie o 2–4°C powyżej poziomu sprzed okresu 1850–1900 do końca XXI w.⁴⁷ Ponadto większość efektów zmian klimatu będzie odczuwalna przez wiele stuleci, nawet jeśli emisje GHG zostaną ograniczone.

Z publikowanych analiz jednoznacznie wynika, że proces identyfikacji skutków zmian klimatu jest procesem wielopłaszczyznowym i bardzo złożonym. Konsekwencje ocieplenia klimatu mogą występować w postaci efektów bezpośrednich lub pośrednich i być mierzalne lub niemierzalne⁴⁸. Ostatnie raporty IPCC potwierdzają, że antropogeniczne zmiany klimatu będą skutkowały m.in.: wzrostem poziomu oceanów, powodziarni rzecznych, zmianą rozkładu opadów oraz ich intensywności, ekstre-

44 T. Okruszko, M. Kijańska, *Zmiany klimatu a gospodarowanie wodami*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2009, s. 10.

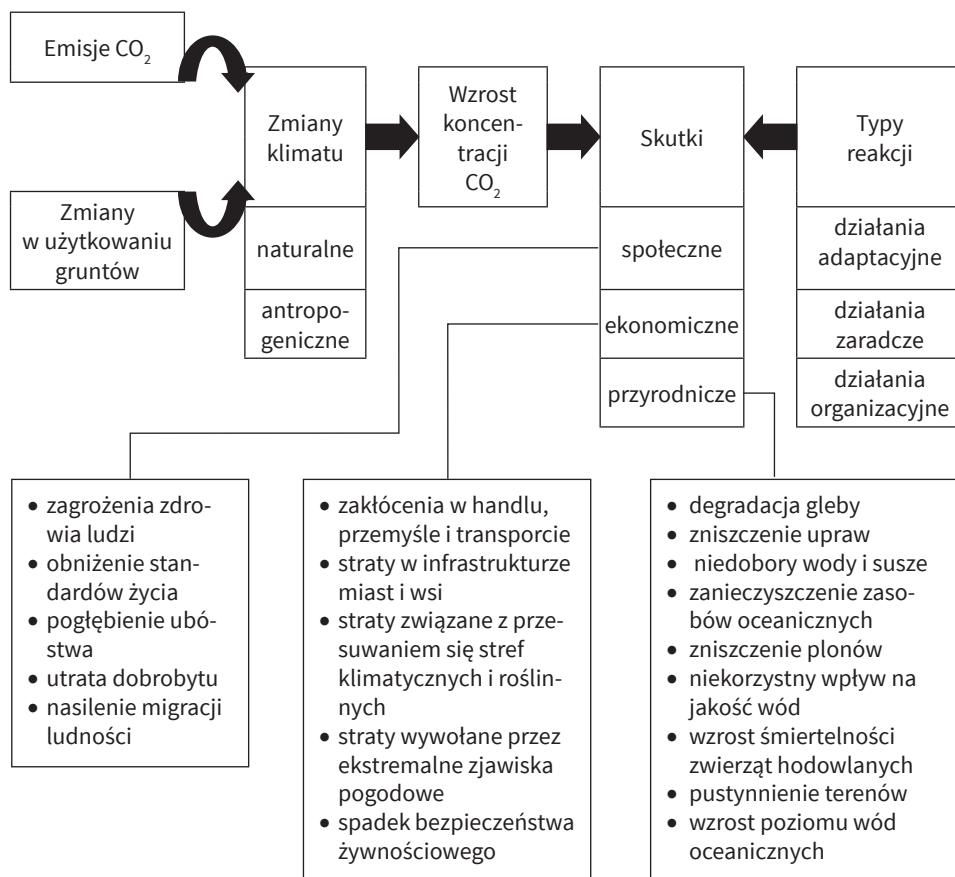
45 N. Stern, *The economics of climate change. The Stern review*, Cambridge University Press, Cambridge 2007.

46 Pierwszy z raportów IPCC ukazał się w 1990 r. (w 1992 wydano suplement). Kolejne ukazywały się w latach 1995, 2001, 2007, 2014. Więcej informacji na temat wydawnictw wchodzących w skład poszczególnych raportów: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml [dostęp 12.05.2014].

47 *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policy-makers*, IPCC, 2014, s. 17.

48 Na temat antropogenicznych skutków ocieplenia klimatu zob. więcej m.in. P.J. Crutzen, E.F. Stoermer, *The "Anthropocene"*, „Global Change Newsletter” 2000, vol. 41, s. 17–18; A. Oliver-Smith, S.L. Cutter, L. Warner, C. Corendea and K. Yuzva, *Addressing loss and damage in the context of social vulnerability and resilience*, UNU-EHS Publication Series, Policy Brief no. 7, Bonn 2012.

malnymi zjawiskami klimatycznymi a także wymieraniem niektórych zwierząt i roślin. Wszystkie te skutki wzajemnie na siebie oddziałują, tworząc trudny do przerwania łańcuch procesów, powodujący rozliczne problemy. Wyniki badań wszystkich analizowanych wariantów wzrostu temperatury wskazują na wystąpienie negatywnych efektów ekonomicznych, społecznych i przyrodniczych (rysunek 8). Z punktu widzenia zakresu prowadzonych badań autorka skupiła się na przykładach możliwego wpływu zmian klimatu na systemy społeczno-gospodarcze.



Rysunek 8. Przyczyny i następstwa zmian klimatu

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012: An indicator-based report*, European Environmental Agency, Report no. 12/2012, Copenhagen 2012, s. 19–48; *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policymakers*, IPCC 2014, s. 3; K. Warner, *Climate change and global warming. The role of the international community*, Background Paper for WDR 2014, United Nations University, Washington 2013, s. 6.

Przedstawione na rysunku 8 przyczyny oraz konsekwencje zmian klimatu uprawniają do stwierdzenia, że nie jest zasadne w debatach międzynarodowych skupianie się przede wszystkim na poszukiwaniu odpowiedzi, czy globalny wpływ człowieka jest wystarczająco duży i może wywoływać niebezpieczne zmiany wykraczające poza zakres naturalnej zmienności. Rozważna polityka klimatyczna powinna koncentrować się na określeniu celów i skutecznych kierunków aktywności nie tylko w procesie przeciwdziałania zmianom klimatu, ale także w procesie adaptacji do tych zmian, niezależnie od ich źródła. Istotne jest, aby aktywność ta była również uzasadniona społecznie i ekonomicznie.

Pakiet działań adaptacyjnych powinien wskazywać odpowiednie reakcje na zmiany spowodowane przez człowieka. Konieczność włączenia zagadnień związanych z adaptacją do zmian klimatu do poszczególnych dziedzin życia społeczno-gospodarczego jest istotna dla UE. W przyjętej strategii UE uznała bowiem za niezbędne opracowanie w poszczególnych sektorach gospodarki i przez podmioty gospodarcze szacunków kosztów działań adaptacyjnych tak, aby mogły one zostać uwzględnione w przyszłych decyzjach finansowych⁴⁹. Poważne konsekwencje społeczne i gospodarcze zmian klimatu wyznaczają więc nowe obszary badań pozwalające ocenić stopień wrażliwości, podatności na zagrożenia i adaptacyjności poszczególnych sektorów gospodarki⁵⁰.

Zmiany klimatu stwarzają umiarkowane zagrożenie dla obecnego rozwoju zrównoważonego oraz poważne zagrożenie dla realizacji założeń przyszłych strategii tego rozwoju. W przyszłości wzrost poziomu wód oceanicznych może bowiem na nowo zdefiniować granice niektórych krajów, natomiast pustynnienie terenów, dziś pokrytych bujną roślinnością, będzie stanowiło realne zagrożenie dla mieszkańców np. Afryki Środkowej czy doliny Amazonii.

Z najnowszych badań wynika, że zmiany klimatu wpłyną na zwiększenie ryzyka braku bezpieczeństwa żywnościowego, pogłębienie ubóstwa i obniżenie standardów życia gospodarstw domowych, szczególnie wśród biedniejszych populacji. Na przykład w grupie badanych gospodarstw domowych Mikronezji aż 80% respondentów wskazało, że przyczyną pogorszenia ich sytuacji ekonomicznej była erozja wybrzeża. Natomiast

49 KE, dążąc do realizacji ambitnych planów redukcji emisji CO₂ w UE, przyjęła 16 kwietnia 2013 r. *Strategię w sprawie adaptacji do zmian klimatu* (KOM 2013, 216). Przyjęcie tej strategii poprzedziło opracowanie *Białej księgi. Adaptacja do zmian klimatu. Europejskie ramy działania* (KOM 2009, 147) oraz utworzenie europejskiej platformy internetowej poświęconej kwestiom adaptacji do zmian klimatu (Climate-ADAPT).

50 R.T. Watson et al., *Climate change 2001 synthesis report*, Univ. Press, Cambridge 2001.

ponad 90% badanych gospodarstw Gambii za przyczynę tę uznało susze, zaś powódź była głównym źródłem sprawczym wystąpienia negatywnych efektów ekonomicznych w gospodarstwach domowych Kenii, Etiopii i Mozambiku⁵¹. Generalnie można więc stwierdzić, że w regionach słabo rozwiniętych pod względem gospodarczym możliwości adaptacyjne systemów ludzkich do zmian klimatu oceniane są jako niskie. Ocena ta wynika z braku zasobów finansowych i technicznych, co potwierdziły przewidywane przez IPCC konsekwencje zmian klimatu, opisane dla poszczególnych regionów świata. Z raportu opracowanego przez Bank Światowy wynika, że w 2050 r. średni dochód przypadający na mieszkańca Afryki Południowej i Azji będzie niższy o ok. 4–5%, podczas gdy średni globalny PKB spadnie o ok. 1%⁵².

Znacznie wyższa jest zdolność adaptacji do zmian klimatu krajów wysoko rozwiniętych, choć także w ich przypadku uboższe grupy ludności pozostają bardziej narażone na negatywne oddziaływania tych zmian. Naukowcy podkreślają jednak, że z powodu powiązań ekonomicznych pomiędzy państwami straty w jednym rejonie dotkną nieuchronnie także pozostałe obszary⁵³. Wskazują oni, że rosnące temperatury oraz zmieniające się układy opadów zintensyfikują zimowe powodzie oraz letnie susze i fale upałów. Ich zdaniem, zmiany poziomu oceanów będą stanowiły zagrożenie dla terenów nisko położonych, takich jak np. gęsto zaludnione wybrzeże Polski. Ponadto według prognoz podwyższone temperatury oraz zmieniające się warunki wodne doprowadzą do istotnych strat i degradacji lasów, migracji szkodników na północ oraz powrotu malarii do Europy⁵⁴.

W zależności od scenariusza zmian klimatycznych prognozowana do 2100 r. utrata PKB w UE może wynosić co najmniej 190 mld EUR rocznie, co stanowi 1,8% obecnego PKB UE. Największe straty poniosą południowe i południowo-środkowe rejony UE, na które przypadnie 70% unijnych strat finansowych spowodowanych zmianami klimatu. W najmniejszym stopniu globalne ocieplenie dotknie Europę Północną, któ-

51 K. Warner, K. van der Geest, *Loss and damage from climate change. Local-level evidence from nine vulnerable countries*, „International Journal of Global Warming” 2013, vol. 5, no. 4, s. 367–386.

52 *World development report 2010. Development and climate change*, The World Bank, Washington 2010, s. 5, <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf> [dostęp 07.03.2014].

53 J.C. Ciscar, *Physical and economic consequences of climate change in Europe*, „Proceedings of National Academy of Sciences” 2011, vol. 31.

54 M. Fay, R.I. Block, J. Ebinger, *Adapting to climate change in Eastern Europe and Central Asia*, Office of the Chief Economist, Europe and Central Asia Region, The World Bank, Washington 2010.

rej udział w tych stratach ogółem wyniesie ok. 1%. Natomiast Europa Północno-Środkowa, w tym Polska, poniesie 24% unijnych strat finansowych ogółem spowodowanych zmianami klimatu⁵⁵.

Niepokojące szacunki strat z powodu zmian klimatu opublikowano również dla amerykańskiej gospodarki. Z raportu opracowanego w ramach projektu badawczego „Risky Business” wynika m.in., że przy obecnym wzroście emisji GHG i nieuchronnie postępującym globalnym ociepleniu w 2100 r. straty finansowe spowodowane wzrostem poziomu oceanów na amerykańskich wybrzeżach osiągną 238–507 mld USD⁵⁶.

Na podstawie analiz prowadzonych przez różne ośrodki badawcze można stwierdzić, że jednym z sektorów europejskiej gospodarki, który wykazuje cechy dużej wrażliwości na zmiany klimatu jest transport⁵⁷. Obszar oddziaływania zmian klimatu na transport jest bardzo szeroki, ponieważ zdecydowana większość elementów infrastruktury transportowej oraz środki transportu są narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników klimatycznych (tabela 3). Analizując potencjalne skutki zmian klimatu dla transportu, można prognozować, że niektóre z nich wpłyną pozytywnie na jego efektywność, np. zmniejszenie pokrywy lodowej mórz i rzek. Jednak większość następstw tych zmian wpłynie negatywnie na efektywność transportu⁵⁸. Za najbardziej niepokojące skutki zmian klimatu zwłaszcza na obszarach przybrzeżnych, na których transport jest najbardziej wrażliwy na te zmiany, można bowiem uznać przewidywany wzrost poziomu mórz, częstotliwość i intensywność sztormów. Zmiany klimatu mogą również powodować zakłócenia w funkcjonowaniu infrastruktury transportowej. Przewiduje się, że intensywność opadów wpłynie na pogorszenie bezpieczeństwa na drogach wskutek wzmożonej częstotliwości wypadków. Opady mogą również nasilać zatory komunikacyjne, zwłaszcza w godzinach szczytu. Ponadto, zwiększona częstotliwość występowania niskich poziomów wody może znacznie zwiększyć koszty transportu wodnego śródlądowego i ograniczyć żeglugę.

55 Prognozowanie wykonano dla pięciu rejonów UE, tj.: Europy Północnej (Szwecja, Finlandia, Estonia, Litwa, Łotwa i Dania), Wielkiej Brytanii i Irlandii, Europy Północno-Środkowej (Belgia, Holandia, Niemcy i Polska), Europy Południowo-Środkowej (Francja, Austria, Czechy, Słowacja, Węgry, Słowenia i Rumunia) oraz Europy Południowej (Portugalia, Hiszpania, Włochy, Grecja i Bułgaria). Zob. więcej: *Climate impacts in Europe. The JRC PESETA II Project*, Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies, Luxembourg 2014.

56 *American climate prospectus. Economic risks in the United States*, New York 2014, s. 123.

57 Zob. więcej: B. Pawłowska, *Zrównoważony...*, s. 304–306.

58 M.J. Koetse, and P. Rietveld, *The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings*, Transportation Research Part D: „Transport and Environment” 2009, no. 14(3), s. 205–221.

Tabela 3. Wpływ zmian klimatu na infrastrukturę transportową

Czynniki klimatyczne/ przejawy ich oddziaływania	Efekt oddziaływania	Typowe przejawy negatywnego wpływu czynników klimatycznych na infrastrukturę i usługi transportowe
Temperatura		
Wysokie temperatury i fale upałów	Przegrzanie	Niszczenie (krótsza żywotność) infrastruktury transportowej
		Oslabienie niezawodności elektronicznych komponentów infrastruktury i środków transportu
		Niestabilność zboczy w rejonach alpejskich
Nagłe zmiany temperatury	Napięcia materiałowe, przegrzanie	Wyboczenia torów kolejowych
Intensywne światło słoneczne		Pożary zboczy
Zmiana cykli zamrażania i rozmrażania gleby	Erozja gleb	Problemy z sygnalizacją
		Uszkodzenia nasypów
		Konieczność prowadzenia robót ziemnych
Opady		
Intensywne opady deszczu	Erozja gleb, osuwiska, powodzie*	Uszkodzenia nasypów
		Konieczność prowadzenia robót ziemnych
		Spadek bezpieczeństwa ruchu w transporcie
		Opóźnienia realizacji usług transportowych
		Wzrost liczby przeglądów tuneli, mostów, itd.
Dłuższe okresy deszczowe	Wolniejszy drenaż, erozja gleb	Niszczenie aktywów infrastruktury kolejowej
		Zakłócenia w funkcjonowaniu infrastruktury transportowej
Susza	Wysuszenie	Spadek bezpieczeństwa ruchu w transporcie (kurz)
		Szybsze zużycie bieżnika kół pojazdów samochodowych.
		Zwiększone ścieranie elementów mechanicznych infrastruktury i środków transportu
		Zmiana poziomu rzek żeglownych
Śnieg i lód	Obfite opady śniegu, lawiny	Zakłócenia w ruchu pociągów
		Spadek bezpieczeństwa ruchu w transporcie
		Opóźnienia realizacji usług transportowych

Czynniki klimatyczne/ przejawy ich oddziaływania	Efekt oddziaływania	Typowe przejawy negatywnego wpływu czynników klimatycznych na infrastrukturę i usługi transportowe
Wiatr		
Burze i wichury (na lądzie)	Duża siła wiatru	Uszkodzenia sieci trakcyjnej
		Zakłócenia i spadek bezpieczeństwa ruchu w transporcie
	Powalone drzewa	Ograniczenia w ruchu pociągów
		Zakłócenia i spadek bezpieczeństwa ruchu w transporcie
Sztorm i wzrost poziomu mórz i oceanów	Powodzie przybrzeżne	Uszkodzenia nasypów
		Konieczność prowadzenia robót ziemnych
		Opóźnienia realizacji usług transportowych
Wyładowania atmosferyczne	Przebiecia	Uszkodzenia sieci trakcyjnej
		Zakłócenia w pracy systemów kontroli ruchu w transporcie
Roślinność	Szybszy wzrost roślin, zmienność szaty roślinnej	Konieczność zarządzania procesem wzrostu i wegetacji roślin

* Czynniki obejmuje powodzie spowodowane wylaniem wód przybrzeżnych, rzecznych i powierzchniowych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012; An indicator-based report*, European Environmental Agency, Report no. 12/2012, Copenhagen 2012, s. 205–206.

Oceny potencjalnych ekonomicznych następstw zmian klimatu w transporcie stanowią stosunkowo nowy, jednak szybko rozwijający się obszar badań naukowych. Z analiz przeprowadzonych przez międzynarodowy zespół ekspertów w ramach projektów Weather⁵⁹ i Ewent⁶⁰ wynika, że z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych całkowite koszty ponoszone przez europejski transport mogą wzrosnąć od 3,5 do 15,0 mld EUR rocznie do 2070 r. w stosunku do średniorocznych kosztów z okresu 1998–2010, tj. okresu bazowego. Negatywne skutki zmian klimatu dla wszystkich rodzajów transportu były prognozowane dla Skandynawii, Francji, krajów Europy Wschodniej oraz dla Wielkiej Brytanii. Z prognoz wspomnianego zespołu ekspertów wynika, że największy wzrost kosztów dotknie transport kolejowy, szczególnie na terenach Wielkiej Brytanii i Skandynawii.

59 Zob. <http://www.weather-project.eu> [dostęp 12.10.2013].

60 Zob. <http://ewent.vtt.fi> [dostęp 09.10.2013].

W dużym stopniu na skutki zmian klimatu wrażliwy będzie także transport lotniczy UE. Natomiast dla transportu samochodowego, z uwagi na silny postęp technologiczny w zakresie poprawy bezpieczeństwa i adaptacji do zmian pogodowych, prognozuje się, że do 2070 r. nastąpi najpierw stopniowy wzrost, a następnie spadek kosztów⁶¹. Należy jednocześnie podkreślić, że najbardziej wrażliwy na zmiany klimatu będzie transport państw członkowskich UE o stosunkowo słabej pod względem jakości infrastruktury transportowej, dużym zagęszczeniu ruchu oraz stosunkowo niskim poziomie PKB⁶². Zaprezentowane wyniki prac badawczych wskazują jednocześnie, że oddziaływanie zmian klimatu na całkowite koszty funkcjonowania poszczególnych gałęzi transportu nie jest jednoznaczne.

Prognozowane zakłócenia w funkcjonowaniu transportu, będące następstwem zmian klimatu, będą także pośrednio oddziaływać negatywnie na funkcjonowanie pozostałych sektorów gospodarki. Zrozumienie istoty problemu skłoniło niektóre kraje UE do przeprowadzenia analiz przewidywanych zmian i konieczności określenia niezbędnych działań adaptacyjnych w projektowaniu, budowie i eksploatacji infrastruktury transportowej⁶³.

Niezależnie od zróżnicowanych opinii środowisk naukowych dotyczących słuszności i zasadności analiz zidentyfikowanych oraz prognozowanych efektów antropogenicznych zmian klimatu bezdyskusyjny pozostaje fakt złożoności problemu. Zjawiska ocieplenia klimatu nie uda się rozwiązać w sposób wycinkowy, poprzez podejście sektorowe lub branżowe. Konieczne jest spojrzenie na problem w sposób całościowy

61 *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012*, s. 207–208.

62 Zob. więcej: R. Molarius et al., *Weather hazards and vulnerabilities for the European transport system – a risk panorama* (Ewent D 5.1), VTT Technical Research Centre of Finland, 2012, http://virtual.vtt.fi/virtual/ewent/Deliverables/D5/Ewent_D51_Final.pdf [dostęp 19.09.2014]; projekt Klimada, <http://klimada.mos.gov.pl> [dostęp 22.09.2014].

63 The United Kingdom: *Preparing for climate change: Adapting local transport*, UK Climate Impacts Programme, Oxford 2011, <http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wpcontent/PDFs/UKCIP-Adapting-Transport.pdf> [dostęp 14.10.2014]; Thornes et al., *Climate change risk assessment for the transport sector*, Defra Project Code GA0204), UK2012 Climate Change Risk Assessment. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, <http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?DocumentTransportSector16July2012.pdf> [dostęp 19.09.2014]; Spain: L. Crespo Garcia, *La adaptacion de las infraestructuras de transporte al cambio climatico*, Presented at the Seminario sectorial del plan nacional de adaptacion al cambio climatico, 2011, http://www.marm.es/es/ceneam/grupos-de-trabajos-seminarios/cc-y-cbd-b/16-Infraestructuras_transporte-CETA-CEDEX_tcm7-158552.pdf [dostęp 14.09.2014], Germany: *Deutsche Bundesregierung Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*, German Adaptation Strategy, 2008, http://www.anpassung.net/SharedDocs/Downloads/DE/DAS-Kabinetbericht_templateId=raw,property=publicationFile.pdf/DASKabinetbericht.pdf [dostęp 19.09.2014].

i opracowanie spójnej polityki działania uwzględniającej różne aspekty tego problemu. Należy jednocześnie podkreślić, że dyskusja wokół zmian klimatu oraz towarzyszące jej próby konstruowania globalnych, regionalnych i krajowych polityk klimatycznych nieuchronnie koncentrują się wokół kwestii źródeł energii i polityk energetycznych, będących często przyczynami konfliktów politycznych. Nie można bowiem zaprzeczyć, że problematyka dotycząca energii stanowi przedmiot zainteresowania polityki zagranicznej krajów, ich bilansów płatniczych, modelu światowych inwestycji oraz lokalizacji różnych gałęzi przemysłu.

2.3.2. Zmiany popytu na surowce energetyczne

Konkluzje naukowców wskazują, że podstawowym źródłem emisji CO₂, tj. głównego gazu cieplarnianego, jest wykorzystywanie paliw kopalnych jako źródła energii. Opinie te uwzględniają różnorodne problemy dyskusyjne, dotyczące przyczyn antropogenicznego ogrzewania atmosfery. Z danych statystycznych wynika, że w 2012 r. 81,7% światowego zużycia energii pierwotnej pochodziło ze spalania tych paliw. Surowcową strukturę paliw pochodzenia kopalnego stanowiła w 38,4% ropa naftowa, w 35,5% paliwa stałe i w 26,1% gaz naturalny. Szczególnej wagi liczby te nabierają w kontekście światowych trendów demograficznych i ich wpływu na poziom zapotrzebowania na energię pierwotną.

Prognozowany przez Organizację Narodów Zjednoczonych (ONZ) wzrost liczby ludności, w okresie 2010–2050, z 6 do 9 mld⁶⁴, a w skrajnym scenariuszu nawet do 10,5 mld⁶⁵, spowoduje konieczność zaspokojenia istniejących już dziś braków w dostępie do energii dla dużej części światowej populacji⁶⁶. Skalę tego wyzwania będzie potęgował prognozowany wzrost konsumpcji energii w najbliższych latach, którego głównym źródłem będzie szybki rozwój gospodarczy wschodzących gospodarek świata, w tym głównie Chin, Indii oraz krajów Bliskiego Wschodu. Rosnące zapotrzebowanie na energię będzie nieuchronnie prowadzić do coraz większej konkurencji w zakresie dostępu do jej źródeł. W tych okolicznościach trudno będzie osiągnąć globalne porozumienie klimatyczne. Opi-

64 Zgodnie z danymi opublikowanymi w *Roczniku Statystyki Międzynarodowej 2015*, w 2050 r. liczba ludności na świecie ma wynieść 9,70 mld (wariant średni). W 2010 r. liczba ta wynosiła 6,93 mld, a w 2015 r. 7,35 mld. Za: *Rocznik Statystyki Międzynarodowej 2015*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2016, s. 41.

65 *World population prospects*, United Nations, 2008.

66 Według IEA 3,9 mld ludzi nie ma lub ma w stopniu niedostatecznym dostęp do energii (1,9 mld w Afryce Subsaharyjskiej i 2,0 mld w południowej Azji). Zob. więcej: *World Energy Outlook 2013*.

nia ta jest wymowna wobec faktu, iż międzynarodowe wysiłki na rzecz ograniczenia emisji GHG, związanych z antropogeniczną działalnością człowieka, nie przyniosły dotąd oczekiwanych rezultatów⁶⁷.

Według szacunków IEA w 2013 r. globalne emisje CO₂ ze spalania paliw osiągnęły dotychczasowy rekord i wyniosły 32,3 Gt⁶⁸, co odpowiadało emisjom wynikającym ze spalania 8,7 Gt węgla kamiennego. Emisje te wzrosły o prawie 2,2% w stosunku do 2012 r.⁶⁹ Dane statystyczne wskazują, że w 2013 r. w globalnych emisjach CO₂ największe były udziały emisji pochodzących z procesów produkcji energii oraz emisje generowane przez sektor transportu. Udziały te wynosiły odpowiednio 41,7% i 22,3%. Należy przy tym zaznaczyć, że źródłem prawie 3/4 emisji generowanych przez sektor transportu było spalanie paliw w transporcie samochodowym. Nie ma więc wątpliwości, że strategie wobec sektorów energii i transportu będą kluczowe dla osiągnięcia celów klimatycznych, nawet w obliczu zahamowania globalnego wzrostu emisji CO₂ w 2014 r.

Zgodnie z informacjami podanymi przez IEA, w 2014 r. po raz pierwszy od 40 lat globalne emisje CO₂ pozostały na niezmienionym w stosunku do 2013 r. poziomie, przy jednoczesnym 3% globalnym wzroście gospodarczym. Zahamowanie wzrostu emisji CO₂ w stosunku do wcześniejszego roku było już obserwowane wcześniej, jednak zawsze wynikało to z kryzysu globalnej gospodarki. Sytuacja taka miała miejsce w 1981, 1992 i 2009 r. Zdaniem ekspertów IEA, zatrzymanie wzrostu emisji CO₂ w 2014 r. wynikało w dużej mierze ze zwolnienia chińskiej gospodarki. Jednocześnie eksperci zauważyli, że z powodu niskich cen ropy istnieje ryzyko ponownego wzrostu emisji CO₂.

67 Z badań dotyczących zmian klimatu wynika, że głównie z powodu spalania paliw kopalnych oraz zmian w sposobie użytkowaniu gruntów globalna emisja CO₂ wzrosła o 40% względem ery przedprzemysłowej. Regularne pomiary zawartości CO₂ w atmosferze z użyciem spektrometrii podczerwieni potwierdziły wzrost stężenia tego gazu, które pod koniec lat 50. ubiegłego wieku osiągnęło poziom 315 ppm (ang. *parts per million*). Za stan początkowy procesu wprowadzania do atmosfery emisji antropogenicznych uznaje się stężenie CO₂ o wartości 280 ppm. Stan ten uważany jest za stabilny w okresie bezpośrednio przedindustrialnym. Obecnie wartość ta wynosi 400 ppm i rośnie o ok. 2 ppm rocznie. Jedną z ważnych przyczyn tego wzrostu jest ulatnianie się metanu z rozmarzających się obszarów koła podbiegunowego. ppm – jednostka wyrażania stężenia bardzo rozcieńczonych roztworów związków chemicznych. Stężenie to jest pochodną ułamka mowego i określa, ile cząsteczek związku chemicznego przypada na jeden milion cząsteczek roztworu. Zob. więcej: K. Warner, *Climate change and global warming. The role of the international community*, Background Paper for WDR 2014 on Managing Risk for Development, United Nations University, 2013.

68 Gt = 10⁹t.

69 *Redrawing the energy-climate map*, Special Report, IEA, 2013, s. 23; *World Energy Outlook 2014*, IEA, 2014.

Wobec przedstawionych powyżej zależności i danych można stwierdzić, iż wyznaczenie odpowiednich kierunków dalszego rozwoju sektora paliwowo-energetycznego będzie strategiczne dla właściwego funkcjonowania gospodarki światowej. Zachwianie dostaw paliw lub energii, niestabilność cenowa nośników energii czy też zwiększenie emisji CO₂ i zanieczyszczeń przemysłowych, będące skutkiem podejmowania niewłaściwych decyzji, mają zazwyczaj bardzo negatywny wpływ na gospodarkę i środowisko naturalne. Dlatego też większość tych decyzji związanych z funkcjonowaniem sektora paliwowo-energetycznego powinna być zbadana pod kątem celowości i skutków jeszcze przed ich wdrożeniem⁷⁰. Ze względu na złożoność oddziaływań występujących w tym sektorze w średnim i długim okresie trudne są do przewidzenia relacje z innymi sektorami gospodarki, wartości podstawowych parametrów makroekonomicznych, a także skutki wszelkich decyzji. Stąd też badania prowadzące do określenia optymalnych decyzji powinny uwzględniać nie tylko bieżącą, ale także przyszłą (prognozowaną) konfigurację czynników determinujących te decyzje.

Analizy głównych kierunków rozwoju globalnego sektora paliwowo-energetycznego, ze szczególnym uwzględnieniem rozwoju tego sektora w UE, dokonano na podstawie najbardziej aktualnych prognoz opublikowanych przez, działające na rynku globalnym, przedsiębiorstwa energetyczne i międzynarodowe instytucje branżowe. Przedmiotem analizy były prognozy⁷¹ przedstawione przez koncern ExxonMobil, koncern BP⁷², IEA, EIA oraz WEC. Główne wnioski płynące z tych prognoz są generalnie zbieżne⁷³. Poniżej zaprezentowano je na podstawie prognoz koncernu ExxonMobil, które uznano za reprezentatywne.

Z analizowanych prognoz wynika, iż w 2040 r. globalne zapotrzebowanie na energię pierwotną (ang. *Total Primary Energy Supply*, TPES) wyniesie 17 040,0 Mtoe⁷⁴ (tabela 4). Zapotrzebowanie to wzrośnie

70 J. Kamiński, *Liberalizacja rynku energii elektrycznej, a zużycie węgla kamiennego w sektorze elektroenergetycznym – ujęcie modelowe*, „Polityka Energetyczna” 2007, t. 10, Zeszyt Specjalny 2.

71 Prognozy zostały zaprezentowane w opracowaniach: *The Outlook for Energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015; *BP statistical review of world energy*, 2014; *World Energy Outlook*, IEA, 2014; *Annual energy outlook 2014 with projections to 2040*, EIA, 2014; *Sektor energii świata i Polski. Początki, rozwój, stan obecny*, red. A. Gilecki, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa 2014.

72 BP to trzeci co do wielkości koncern petrochemiczny na świecie po koncernach ExxonMobil i Royal Dutch/Shell.

73 Wykorzystane w rozprawie prognozy koncernów energetycznych są zgodne z prognozami organizacji i instytucji międzynarodowych.

74 Tona ekwiwalentu ropy naftowej (ang. *ton of oil equivalent*, toe) to ilość energii uwalnianej w procesie spalania 1 t ropy naftowej, tj. w przybliżeniu 42 GJ lub 11,63 MW. Za: IEA i OECD.

prawie dwukrotnie w okresie 1990–2040 i o ok. 36% w okresie 2010–2040⁷⁵. Pokrycie tego zapotrzebowania będzie wymagało poniesienia do 2035 r. wydatków inwestycyjnych w wysokości ok. 50 bln USD⁷⁶. Za zapotrzebowanie na energię pierwotną w okresie 2010–2040 odpowiedzialne będą głównie kraje spoza OECD, które zwiększą swój popyt na tę energię o ok. 60%.

Istotnym zmianom ulegnie paliwowa struktura globalnego zapotrzebowania na energię pierwotną. Z prognoz wynika, iż zasadniczą pozycję w tej strukturze utrzyma ropa naftowa, chociaż udział tego nośnika energii pierwotnej w pokryciu zapotrzebowania wyniesie w 2040 r. ok. 34% i będzie niższy o ok. 3 punkty procentowe (p.p.) niż w 2010 r. i o ok. 7 p.p. niższy niż w 1990 r. O ok. 6 p.p. zmniejszy się udział węgla we wspomnianej strukturze. Wzrośnie natomiast rola gazu ziemnego i odnawialnych źródeł energii. Udział gazu ziemnego w pokryciu zapotrzebowania na energię pierwotną wzrośnie bowiem w 2040 r. o ok. 5 p.p. w stosunku do 2010 r. i o ok. 7 p.p. w relacji do 1990 r. Dla odnawialnych źródeł energii (OZE) analogiczne wskaźniki wzrostu wyniosą odpowiednio ok. 3 p.p. i ok. 4 p.p.

Tabela. 4. Zmiany wielkości i struktury paliwowej globalnego zapotrzebowania na energię pierwotną

Nośnik energii	1990		2000		2010		2025		2040	
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%
Ropa	3 288	38	3 792	38	4 272	34	4 944	31	5 328	31
Gaz	1 728	20	2 136	21	2 760	22	3 816	24	4 584	27
Węgiel	2 088	24	2 232	22	3 192	26	3 792	24	3 168	19
Energia jądrowa	504	6	648	6	696	6	936	6	1 416	8
Biomasa*	840	10	960	10	1 152	9	1 344	9	1 320	8
Woda	168	2	216	2	288	2	408	3	504	3
Inne OZE	24	0	72	1	168	1	432	3	720	4
Suma	8 640	100	10 056	100	12 528	100	15 672	100	17 040	100

* Wraz z odpadami biodegradowalnymi.

Źródło: obliczenia własne na podstawie: 2014 *The Outlook for Energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015.

⁷⁵ Według prognoz EIA zapotrzebowanie to wzrośnie o ok. 56% w okresie 2010–2040, natomiast według prognoz BP o ok. 41% w okresie 2012–2035.

⁷⁶ *World energy investment outlook*, IEA, 2014.

Spadkowy trend zapotrzebowania na energię pierwotną będzie cechował państwa UE (tabela 5). W 2040 r. zapotrzebowanie to wyniesie bowiem 1776,0 Mtoe i będzie mniejsze o ok. 9% w stosunku do 2010 r. i niemal identyczne jak w 1990 r. O ok. 2% zmniejszy się także zapotrzebowanie na energię pierwotną krajów OECD w okresie 2010–2040. W UE coraz istotniejszym konsumentem energii pierwotnej będzie transport. Zapotrzebowanie zgłaszane przez transport będzie bowiem w 2040 r. odpowiadać ok. 1/4 zapotrzebowania ogółem UE na energię pierwotną. Będzie ono jednocześnie o ok. 5 p.p. wyższe niż w 1990 r.

Tabela. 5. Zmiany wielkości i struktury paliwowej zapotrzebowania na energię pierwotną UE

Nośnik energii	1990		2000		2010		2025		2040	
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%
Ropa	720	41	768	41	726	37	640	34	600	34
Gaz	312	18	408	22	468	24	498	26	504	28
Węgiel	456	26	336	18	304	16	237	13	120	7
Energia jądrowa	192	11	240	13	234	12	237	13	240	14
Biomasa*	48	3	72	4	117	6	142	8	120	7
Woda	48	3	48	3	47	2	47	3	48	3
Inne OZE	0	0	0	0	47	2	95	5	144	8
Suma	1 776	100	1 872	100	1 944	100	1 896	100	1 776	100

* Wraz z odpadami biodegradowalnymi.

Źródło: obliczenia własne na podstawie: 2014 *The Outlook for Energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015; *EU energy in figures: Statistical Pocketbook*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2014.

Kierunek prognozowanych zmian paliwowej struktury zapotrzebowania na energię pierwotną państw członkowskich UE będzie zbieżny z kierunkiem globalnym tych zmian. Jednakże należy zwrócić uwagę, że w tych państwach udział gazu ziemnego w tej strukturze wzrośnie o 10 p.p. w okresie 1990–2040, a dynamika wzrostu tego udziału będzie wyższa od analogicznej dynamiki cechującej trend globalny. Należy także odnotować wyższą dynamikę wzrostu udziału OZE w strukturze zapotrzebowania na energię pierwotną tych państw w relacji do analogicznej dynamiki trendu globalnego.

Wzrost znaczenia gazu ziemnego i OZE powinien sprzyjać osiągnięciu celu redukcji emisji CO₂ UE. Do realizacji tego celu powinno się przyczynić prognozowane, znaczne zmniejszenie roli węgla jako nośnika energii pierwotnej. Udział węgla w strukturze zapotrzebowania na energię pier-

wotną zmniejszy się bowiem w 2040 r. o 9 p.p. w stosunku do 2010 r. i aż o 19 p.p. w relacji do 1990 r. W celu możliwości ograniczenia emisji CO₂ przez państwa członkowskie UE istotny będzie także znacznie wyższy udział energii jądrowej tych krajów w tej strukturze.

W 2040 r. wartość wskaźnika zużycia energii pierwotnej dla świata osiągnie poziom ok. 1,91 toe (tabela 6). Zatem wartość ta będzie o 0,04 toe wyższa niż w 2010 r. i o ok. 0,27 toe wyższa niż w 1990 r. Należy zaznaczyć, iż podane wyżej wartości uwzględniają dynamiczny wzrost liczby ludności świata. W okresie 2010–2040 dynamika tego wzrostu osiągnie prawie 33%. W tym samym okresie dynamika wzrostu liczby ludności UE osiągnie tylko niespełna 3%. W 2040 r. ok. 1/5 część globalnego zapotrzebowania na energię pierwotną będzie zgłaszana przez transport. W okresie 1990–2040 część ta nieznacznie wzrośnie.

Tabela. 6. Zmiany wartości zasadniczych wskaźników globalnego sektora energii

Wyszczególnienie	Relacja	Jednostka	1990	2000	2010	2025	2040
TPES <i>per capita</i>	TPES/liczba ludności	toe	1,64	1,65	1,87	1,96	1,91
Energochłonność	TPES/PKB	toe/mld USD	0,29	0,26	0,25	0,20	0,15
Emisyjność	CO ₂ /TPES	t/toe	2,48	2,38	2,44	2,35	2,13
Emisje CO ₂ <i>per capita</i>	CO ₂ /liczba ludności	t	4,06	3,92	4,57	4,60	4,08
Udział transportu zgodnie z relacją	TPES transport/TPES	%	18,06	19,33	18,97	18,53	19,72

TPES (*Total Primary Energy Supply*) – zasoby energetyczne świata.

Źródło: obliczenia własne na podstawie: 2014 *The Outlook for Energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015.

Odmienny trend wartości wskaźników zużycia energii pierwotnej *per capita* prognozuje się dla państw członkowskich UE (tabela 7). W 2040 r. wartość tego wskaźnika wyniesie bowiem ok. 2,92 toe i będzie o ok. 0,55 toe niższa niż w 2010 r. i 1990 r. Zatem znacznemu zmniejszeniu ulegnie różnica między wolumenami energii pierwotnej przypadającymi na mieszkańca UE i świata. W 1990 r. różnica ta wynosiła bowiem ok. 1,83 toe, w 2010 r. ok. 1,60 toe, zaś w 2040 r. ma wynieść 1,01 toe.

Prognozuje się malejący trend energochłonności światowego PKB. W 2040 r. gospodarka światowa na wytworzenie PKB o wartości 1 mld USD będzie potrzebować ok. 0,15 toe energii pierwotnej, podczas gdy w 2010 r. potrzebowała ok. 0,25 toe, a w 1990 r. ok. 0,29 toe. Podobny trend ma cechować energochłonność PKB UE, chociaż dynamika tego trendu będzie ustępowała dynamice trendu globalnego. Gospodarka UE

jest bowiem znacznie mniej energochłonna od gospodarki światowej, stąd trudniej o dalsze zmniejszanie energochłonności. W 2040 r. wytworzenie PKB o wartości 1 mld USD wymagać będzie od gospodarki UE ok. 0,07 toe energii pierwotnej, co oznacza spadek energochłonności PKB o 0,06 toe w stosunku do 2010 r. i o 0,09 toe w stosunku do 1990 r.

Tabela. 7. Zmiany wartości zasadniczych wskaźników sektora energii UE

Wyszczególnienie	Relacja	Jednostka	1990	2000	2010	2025	2040
TPES <i>per capita</i>	TPES/liczba ludności	toe	3,47	3,54	3,47	3,22	2,92
Energochłonność	TPES/PKB	toe/mld USD	0,16	0,13	0,13	0,09	0,07
Emisyjność	CO ₂ /TPES	t/toe	2,76	2,37	2,28	2,48	2,25
Emisje <i>per capita</i>	CO ₂ /liczba ludności	t	9,56	8,41	7,92	7,97	6,56
Udział transportu zgodnie z relacją	TPES transport/TPES	%	18,92	21,79	23,46	22,78	24,32

TPES (*Total Primary Energy Supply*) – zasoby energetyczne świata.

Źródło: obliczenia własne na podstawie 2014 *The Outlook for Energy: A view to 2040*, ExxonMobil, 2015; *EU energy in figures: Statistical Pocketbook*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2014.

Prognozy wskazują, że w 2040 r. wielkość globalnych emisji CO₂, będących pochodną wytwarzania i zużycia energii pierwotnej, wyniesie ok. 2,13 t/toe (tabela 6). Wielkość ta będzie o ok. 0,31 t/toe niższa niż w 2010 r. i o ok. 0,35 t/toe niższa niż w 1990 r. Niższe wielkości emisji CO₂, przypadających na jednostkę energii wytworzonej i zużytej, należy wiązać z rozwojem niskoemisyjnych technologii wytwarzania i konsumpcji energii.

Z raportu EIA wynika, że polityka klimatyczna nie przyniesie skutków, a emisje CO₂ do atmosfery będą rosły. Stanie się tak, ponieważ kraje nie prowadzące takiej polityki będą odpowiedzialne za największą część wzrostu konsumpcji energii pierwotnej, a swoje zapotrzebowanie będą realizować przy użyciu wysokoemisyjnych paliw kopalnych⁷⁷.

W UE w 2040 r. wytworzenie i zużycie energii pierwotnej w ilości jednej toe będzie się wiązało z emisją ok. 2,25 t CO₂ (tabela 7). Emisje te będą o ok. 0,03 t niższe niż w 2010 r. i o ok. 0,51 t niższe niż w 1990 r. Mimo spadkowego trendu poziom tych emisji będzie w 2040 r. wyższy od poziomu globalnego. Zależność ta wynika ze wzajemnych relacji między dynamiką prognozowanego spadku zapotrzebowania na energię pierwotną i emisjami CO₂ państw członkowskich UE, która kontrastuje z dynamiką prognozowanego wzrostu tego zapotrzebowania i tych emisji w skali globalnej.

⁷⁷ *Annual Energy...*, s. 8, 19.

Z analizowanych prognoz wynika, że w 2040 r. wartość wskaźnika globalnych emisji CO₂ *per capita* wyniesie ok. 4,08 t i będzie niższa o ok. 0,49 t niż w 2010 r. i tylko nieznacznie wyższa niż w 1990 r. Jednocześnie wartość ta będzie znacznie niższa od wartości analogicznego wskaźnika, obliczonego dla UE. W 2040 r. wartość wskaźnika emisji CO₂ *per capita* UE wyniesie bowiem ok. 6,56 t. Wartość ta będzie jednocześnie o ok. 1,36 t niższa niż w 2010 r. i o ok. 3 t niższa niż w 1990 r.

W obliczu przedstawionych danych dotyczących globalnych zmian klimatu oraz kierunków zmian w popycie na źródła energii można zgodzić się ze stanowiskiem UE, że instrumenty dotychczasowej globalnej polityki energetycznej i klimatycznej okazały się niewystarczające. Niepowodzenie międzynarodowych wielostronnych negocjacji w sprawie globalnego porozumienia klimatycznego na konferencji COP 15 w Kopenhadze w grudniu 2009 r. oraz konsekwencje kryzysu finansowego, który w Europie nabrał także cech kryzysu źródeł wzrostu gospodarczego, spowodowały zmianę akcentów i priorytetów w światowej polityce klimatycznej pod koniec pierwszej dekady XXI w.⁷⁸ Podejmowanie działań na rzecz zapobiegania zmianom klimatycznym przestało być postrzegane jako główne wyzwanie jedynie dla ochrony środowiska. Stąd też polityka energetyczna i polityka klimatyczna stały się *de facto* politykami gospodarczymi, poprzez które postulowano zmianę modelu społeczno-ekonomicznego, co znalazło odzwierciedlenie w założeniach koncepcji gospodarki niskoemisyjnej.

Działania na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej podejmowane były z coraz większą intensywnością, wynikającą z postanowień kolejnych konferencji COP. Mimo ogólnego i w znacznej części niewiążącego charakteru tych postanowień, zbliżały one jednak świat do zawarcia w 2015 r. globalnej umowy w sprawie walki z ociepleniem klimatu. W dokumencie końcowym konferencji COP 16, która odbyła się w Cancun w grudniu 2010 r., zapisano bowiem po raz pierwszy, że ocieplenie to ma być ograniczone do 2°C w porównaniu z epoką przedindustrialną. W Durbanie na konferencji COP 17 w grudniu 2011 r. podjęto decyzję, że wysiłki na rzecz ochrony klimatu będą podejmowali wszyscy, tzn. nie tylko UE, ale też kraje rozwinięte, kraje rozwijające się oraz duże gospodarki, np. Chin, Indii i Brazylii⁷⁹. Postanowienia konferencji COP 18, która odbyła się w Dausze w grudniu 2012 r., pozwoliły na „przekroczenie mostu ze starego do nowe-

78 Kwestię emisji CO₂ ujęto w ustawodawstwie UE. Odnieśli się do niej Amerykanie, np. poprzez wprowadzenie nowych zasad funkcjonowania elektrowni węglowych, oraz Chińczycy, np. poprzez inwestycje w OZE.

79 Konferencja klimatyczna ONZ w Durbanie przyjęła pakiet rozwiązań, „Rzeczpospolita”, 11.12.2011.

go ładu klimatycznego”⁸⁰. Na konferencji tej ustalono bowiem przedłużenie obowiązywania protokołu z Kioto do 2020 r. W Warszawie w grudniu 2013 r. na konferencji COP 19 uzgodniono zasady finansowania walki ze zmianami klimatu oraz mechanizm pomocy dla biednych krajów, które najbardziej cierpią z powodu zmian klimatycznych. Z punktu widzenia zawarcia globalnej umowy w sprawie walki z ociepleniem klimatu, istotnym efektem konferencji COP 20, która odbyła się w Limie w grudniu 2014 r, było porozumienie przewidujące, że państwa przedstawiają własne cele w zakresie ograniczenia emisji GHG. Umowę tę udało się zawrzeć na konferencji COP 21 w Paryżu w grudniu 2015 r.⁸¹ Przewiduje ona realizację celu, który zakłada utrzymanie wzrostu globalnych średnich temperatur na poziomie 2°C w porównaniu z epoką przedindustrialną. Aby osiągnąć ten cel, strony umowy mają dążyć do zrównoważenia emisji GHG ich pochłanianiem m.in. w drodze wzrostu zalesiania. Zapis ten został wprowadzony do umowy dzięki dużemu zaangażowaniu polskiej delegacji.

2.4. Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej w dokumentach Unii Europejskiej

W dokumentach unijnych pojęcie gospodarki niskoemisyjnej definiowane jest poprzez cel, do osiągnięcia którego dąży UE. W ujęciu tym gospodarka niskoemisyjna jest procesem, który ma umożliwić państwom członkowskim UE osiągnięcie w okresie do 2050 r. celu redukcji emisji GHG⁸² o 80–95% w stosunku do roku 1990. Realizacja tego celu, przy założeniu podjęcia działań ograniczających emisję CO₂ przez kraje rozwijające się, powinna się przyczynić do zahamowania wzrostu temperatury na świecie o ponad 2°C. Działania podejmowane przez UE na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej wynikają z pięciu podstawowych dokumentów strategicznych, tj.:

- *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*,
- *Europa efektywnie korzystająca z zasobów* – inicjatywa przewodnia strategii *Europa 2020*,

80 Wypowiedź komisarz UE ds. klimatu Connie Hedegaard z 08.12.2012, <http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2012> [dostęp 16.01.2014].

81 *COP 21 climate change summit reaches deal in Paris*, <http://www.bbc.com/news/science-environment-35084374> [dostęp 13.12.2015].

82 Najważniejszym gazem cieplarnianym jest CO₂, który odpowiada za 50% antropogenicznego efektu cieplarnianego, stąd działania na rzecz redukcji emisji GHG koncentrują się głównie na ograniczeniu emisji CO₂.

- *Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej w 2050 r.*,
- *Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*,
- *Biała Księga*. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasoboszczędnego systemu transportu.

Pierwszy z tych dokumentów, tj. Strategia *Europa 2020*⁸³ jest odpowiedzią UE na kryzys ekonomiczny lat 2007–2010. W tym dokumencie UE zakłada, że realizacja przyjętych priorytetów i narzędzi ich realizacji doprowadzi do inteligentnego, zrównoważonego i sprzyjającego włączeniu społecznemu rozwoju. Realizacja tych priorytetów ma umożliwić osiągnięcie wymiernych celów strategicznych. Oszczędzanie zasobów czy inne formy przeciwdziałania zmianom klimatycznym mają inspirować i wymuszać działania tworzące potencjał rozwojowy. Celem tych działań jest więc nie tylko przeciwdziałanie zmianom klimatycznym czy dostosowanie się do tych zmian, ale przede wszystkim realizacja celów *stricto* ekonomicznych, które mają doprowadzić do odbudowania europejskiego potencjału gospodarczego.

Dla rozwoju gospodarki niskoemisyjnej szczególnie istotny jest drugi ze wskazanych priorytetów Strategii *Europa 2020*, tj. dążenie do rozwoju zrównoważonego, wyrażający się we wspieraniu gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej. W dążeniu tym UE proponuje podejmowanie działań na rzecz konkurencyjności, przeciwdziałania zmianom klimatu oraz rozwoju czystej i efektywnej energii. W perspektywie średniookresowej działania te wynikają z pakietu klimatyczno-energetycznego, przyjętego przez UE w 2008 r.⁸⁴ W tym dokumencie określono dla UE trzy zasadnicze cele, z terminem realizacji do 2020 r., przyjmując 1990 r. jako punkt odniesienia dla tej realizacji. Cel pierwszy dotyczy redukcji emisji CO₂ o 20%, z możliwością zwiększenia tej redukcji do 30% w wypadku osiągnięcia globalnego porozumienia klimatycznego⁸⁵. Drugi z tych celów zakłada

83 *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, Komunikat Komisji, KOM(2010) 2020, Bruksela 2010.

84 *20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity*, COM(2008) 30 final, Brussels 2008, s. 2.

85 W Pakiecie różnicuje się cele redukcji dla UE, dla sektorów objętych i nieobjętych unijnym systemem ETS. Cel w zakresie redukcji emisji CO₂ dla sektorów objętych tym systemem jest określony łącznie dla całej UE i zakłada ograniczenie tych emisji w 2020 r. o 21% w stosunku do 2005 r. Natomiast w sektorach nieobjętych systemem EU ETS przyjęto krajowe cele w zakresie redukcji emisji CO₂. Dla UE cel ten określono na poziomie 10% w 2020 r. w porównaniu z 2005 r.

wzrost efektywności energetycznej o 20% w stosunku do „scenariusza BAU”⁸⁶, zaś trzeci osiągnięcie 20% udziału OZE w pokryciu zapotrzebowania na energię. Dodatkowo sformułowano cel 10% udziału OZE w pokryciu zapotrzebowania na paliwa transportowe.

Na posiedzeniu Rady Europejskiej w październiku 2014 r. zaostrożono przedstawione powyżej cele sprzyjające rozwojowi gospodarki niskoemisyjnej. Wyrażały one dążenie UE do utrzymania pozycji globalnego lidera w walce ze zmianami klimatycznymi⁸⁷. Miały one także stanowić wyraźny sygnał i zarazem impuls dla państw emitujących duże ilości CO₂ do podjęcia wiążących zobowiązań w zakresie ich ograniczenia.

Deklaracja amerykańsko-chińska, przedstawiona w listopadzie 2014 r. w Pekinie, stanowiła pozytywną odpowiedź na stanowisko UE w sprawie dalszego ograniczenia emisji CO₂. Zgodnie z deklaracją prezydenta B. Obamy emisje CO₂ w USA zostaną zredukowane o 26–28% do 2025 r. w porównaniu z poziomem z 2005 r., czyli o 10 p.p. więcej niż zakładała wcześniej przyjęta ścieżka dekarbonizacji amerykańskiej gospodarki. Natomiast Chiny planują osiągnięcie maksymalnego poziomu emisji CO₂ do 2030 r., a następnie jego zmniejszanie⁸⁸.

Ostateczne porozumienie w sprawie nowych ram unijnej polityki klimatycznej po 2020 r. przewiduje, że UE ograniczy emisje CO₂ o co najmniej 40%⁸⁹ do 2030 r. względem roku 1990⁹⁰. Warto zauważyć, że cel ten

86 BAU (ang. *Business As Usual*) – scenariusz, w którym nie przewiduje się żadnych dodatkowych działań w zakresie efektywności energetycznej.

87 Przyjęcie przez państwa unijne deklaracji co do redukcji emisji CO₂ miało się przyczynić do zawarcia porozumienia podczas światowego szczytu klimatycznego w Paryżu w 2015 r. Oczekiwano bowiem, że w stolicy Francji zostanie zawarte porozumienie klimatyczne, które miałyby zacząć obowiązywać po 2020 r. i zastąpić protokół z Kioto.

88 A. Gradziuk, *Deklaracje Chin i USA zbliżają do porozumienia klimatycznego ale nowego Kioto nie będzie*, Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, <http://www.cire.pl/item,101935,13,0,0,0,0,0,gradziuk-deklaracje-chin-i-usa-.html> [dostęp 15.11.2014].

89 Realizacja 40% redukcji emisji CO₂ została rozłożona między sektory objęte unijnym systemem ETS i pozostałe sektory. Sektory objęte tym systemem zobowiązano do obniżenia do 2030 r. emisji CO₂ o 43% w stosunku do poziomu tych emisji z 2005 r. Analogiczny cel dla pozostałych sektorów UE wynosi 30%.

90 W czasie negocjacji w sprawie ram polityki w zakresie klimatu i energii do 2030 r. państwa opowiadające się za ambitną polityką klimatyczną uformowały tzw. Grupę Zielonego Wzrostu (ang. *Green Growth Group*), proponując cel redukcyjny w wysokości 50%. W tej Grupy weszły: Belgia, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Niemcy, Portugalia, Słowenia, Szwecja, Wielka Brytania i Włochy. Za: M. Sobolewski, *Nowe ramy polityki klimatyczno-energetycznej*, „Analizy Biura Analiz Sejmowych” 2014, nr 16(120).

ma charakter prawnie wiążący⁹¹. Zgodnie z zawartym porozumieniem udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii elektrycznej w UE ma wynieść co najmniej 27% w 2030 r., przy czym państwa członkowskie UE będą mogły elastycznie określać cele krajowe⁹². O co najmniej 27% ma się zwiększyć także efektywność energetyczna. Cel ten jest jednak niewiążący. Ponadto, kompromis przewiduje, że mniej zamożne kraje UE, w tym Polska, będą mniej obciążone kosztami ambitnej polityki klimatycznej.

Realizacji priorytetów i celów szczegółowych Strategii *Europa 2020* służy siedem projektów przewodnich⁹³. Spośród tych projektów, szczególne znaczenie dla rozwoju niskoemisyjnej gospodarki ma projekt *Europa efektywnie korzystająca z zasobów*. Projekt ten jest drugim, po *Europa 2020*, strategicznym dokumentem wspierającym transformację gospodarki UE w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. Celem projektu *Europa efektywnie korzystająca z zasobów* jest stworzenie modelu gospodarki niskoemisyjnej opartej na efektywnym korzystaniu z zasobów. Jest to zgodne z założeniami przyjętymi w kolejnym strategicznym dokumencie, w którym określono działania na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej⁹⁴. Transformacja ta powinna przynieść UE wy-

91 Zob. http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_Data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf [dostęp 04.10.2014].

92 *Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii*, KOM (2014) 15, Bruksela 2014, s. 6–8.

93 *Projekt przewodni strategii Europa 2020 – Unia innowacji*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów z dnia 6 października 2010 r., KOM(2010) 546, Bruksela 2010; *Europejska agenda cyfrowa*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010)245 wersja ostateczna, Bruksela 2010; *Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM (2011) 21, Bruksela 2011; *Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010) 614, Bruksela 2010; *Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia: europejski wkład w pełne zatrudnienie*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010) 682, Bruksela 2010; *Młodzież w drodze*, http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/vassiliou/events/debate_en.htm [dostęp 24.11.2014]; *Europejski program walki z ubóstwem*, <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=961&langId=pl> [dostęp 26.11.2014].

94 *Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej w 2050 r.*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 112, Bruksela 2011.

mierne korzyści wynikające z wykorzystania w procesie budowy gospodarki niskoemisyjnej efektów synergicznych⁹⁵.

W ramach szerokiego spektrum potencjalnych korzyści KE wskazuje na nowe możliwości wzrostu gospodarczego i tworzenie miejsc pracy w sektorach związanych z zrównoważonym wzrostem gospodarczym. Z analizy poszczególnych scenariuszy dotyczących planu działania do 2050 r. wynika, że poprawa wyniku finansowego, przy jednoczesnym ograniczeniu wykorzystania zasobów, przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw energii oraz ograniczenia emisji GHG i innych zanieczyszczeń. Zastosowanie technologii niskoemisyjnych pozwoli bowiem nie tylko na ograniczenie emisji GHG, ale także korzystnie wpłynie na jakość powietrza, poziom hałasu oraz zdrowie ludzi. Natomiast udoskonalenie projektowania produktów ma umożliwić efektywne gospodarowanie zasobami zarówno pod względem ekologicznym, jak i ekonomicznym, przy zachowaniu wystarczającej podaży dóbr i usług.

Transformacja modeli gospodarczych w kierunku efektywnego wykorzystania zasobów i obniżenia emisji GHG wymaga realizacji różnych działań, w tym działań w zakresie zwiększenia efektywności energetycznej i oszczędzania energii. Uznając poprawę efektywności energetycznej i oszczędzanie energii za jeden z najbardziej opłacalnych sposobów zwiększenia bezpieczeństwa dostaw energii oraz ograniczenia emisji GHG i innych zanieczyszczeń, UE wyznaczyła sobie cel zmniejszenia zużycia energii pierwotnej o 20% do 2020 r. w porównaniu z prognoząmi⁹⁶. Został on wskazany w komunikacie KE *Energia 2020*⁹⁷ jako istotny krok na drodze do realizacji długoterminowych celów w zakresie energii i klimatu.

95 Commission Staff Working Document *Evaluation of the stakeholder consultation*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 287 final, Brussels 2011; Commission Staff Working Document *Impact assessment*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions *A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 288 final, Brussels 2011.

96 Cel ten zakłada zaoszczędzenie 368 Mtoe energii pierwotnej w stosunku do prognozowanego na ten rok zużycia wynoszącego 1842 Mtoe. Cel ten został potwierdzony przez Radę Europejską na posiedzeniu w czerwcu 2010 r. (17.06.2010, nr EUCO 13/10).

97 *Energia 2020. Strategia na rzecz konkurencyjnego, zrównoważonego i bezpiecznego sektora energetycznego*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2010) 639 wersja ostateczna, Bruksela 2010.

Kolejnym strategicznym dokumentem na rzecz budowy gospodarki niskoemisyjnej był opracowany w 2011 r. przez KE nowy, kompleksowy plan na rzecz poprawy efektywności energetycznej⁹⁸. Z szacunków przedstawionych w tym dokumencie wynika, że największy potencjał w zakresie oszczędności energii tkwi w budynkach. Porównywalnych oszczędności, dzięki podjętym środkom, oczekiwać można również w transporcie i przemyśle.

Plan działań na rzecz rozwoju zasobooszczędnego i konkurencyjnego transportu stanowi ostatni z pięciu strategicznych dokumentów UE kształtujących koncepcję gospodarki niskoemisyjnej⁹⁹. Analizę scenariusza dekarbonizacji transportu samochodowego wynikającą m.in. z postulatów przyjętych w tym planie przedstawiono w podrozdziale 3.2.

Korzyści wynikające z wdrażania koncepcji gospodarki niskoemisyjnej należy postrzegać przez pryzmat efektów, które można uzyskać zarówno w zakresie ograniczania emisji GHG, jak również w zakresie zasobochłonności¹⁰⁰. Należy jednak podkreślić, iż mimo doskonalenia modelowego podejścia i szerokiego wachlarza scenariuszy proponowanych rozwiązań prognozy tych efektów nie są spójne. Z pogłębionej analizy kosztów, kompromisów i niepewności poszczególnych wariantów polityki sektorowej wynika, że realizacja celów w zakresie poprawy energochłonności winna przynieść wymierne efekty np. w zakresie oszczędności energii, które pozwolą przeciętnemu gospodarstwu domowemu zaoszczędzić ok. 1000 EUR rocznie. Ponadto realizacja tych celów powinna poprawić konkurencyjność europejskiego przemysłu, stworzyć 2 mln miejsc pracy i ograniczyć roczne emisje CO₂ o ok. 740 mln t¹⁰¹.

Osiągnięcie celów w zakresie energii do 2020 r. powinno pozwolić UE na ograniczenie kosztów importu ropy naftowej i gazu o ok. 60 mld EUR, co jednocześnie przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa energetycznego. Integracja rynku energii UE ma przynieść dodatkowe oszczędności na poziomie od 0,6 do 0,8% PKB UE. Uzyskanie 20% udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym ma umożliwić stworzenie w UE ok. 3 mln nowych miejsc pracy do 2020 r. Dodatkowe 2 mln nowych miejsc pra-

98 *Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 109 wersja ostateczna, Bruksela 2011.

99 *Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM(2011) 144, Bruksela 2011.

100 *Impact assessment. A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 288.

101 *Ocena skutków towarzysząca planowi na rzecz efektywności energetycznej*, SEC(2011) 277.

cy powstaną, jeśli osiągnięty zostanie cel wzrostu efektywności energetycznej o 20%¹⁰². W okresie do 2050 r. wzrost efektywności energetycznej i przechodzenie na niskoemisyjne, lokalne źródła energii mają przyczynić się do zmniejszenia średnich kosztów paliwa w UE o 175–320 mld EUR rocznie¹⁰³.

Z analizy KE wynika ponadto, że działania podejmowane w obszarze gospodarki odpadami przyczynią się do zmniejszenia popytu na energię i surowce, ograniczenia emisji CO₂, jak również umożliwią tworzenie nowych miejsc pracy. W UE corocznie zniszczeniu ulegają materiały nadające się do recyklingu o wartości 5,25 mld EUR. Recykling tych materiałów może przyczynić się do zmniejszenia emisji CO₂ o 148 mln t rocznie. Dalsze działania na rzecz rozwoju gospodarowania odpadami do 2020 r. potencjalnie mogą przyczynić się do ograniczenia emisji CO₂ o kolejne 92 mln t, a zwiększenie recyklingu odpadów komunalnych do poziomu 70% ma pozwolić na stworzenie w UE ok. 500 tys. nowych miejsc pracy¹⁰⁴.

Oszczędne gospodarowanie zasobami stało się przewodnią zasadą polityki UE w procesie rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i stanowiło podstawę do opracowania zrównoważonej wizji realizacji długookresowych celów polityki klimatycznej¹⁰⁵. Przyjęta ścieżka redukcji emisji CO₂ zakłada 1% roczną dynamikę spadku tych emisji do 2020 r., 1,5% dynamikę w latach 2020–2030 i 2% dynamikę w latach 2030–2050 (rysunek 9). Ścieżka ta prowadzi do 80% redukcji emisji CO₂ w UE do 2050 r. Wskazuje ona ogólny trend dotyczący wielkości tych emisji przy założeniu wdrożenia dodatkowych strategii i możliwości technologicznych, które staną się dostępne z czasem. Trend ten kształtowany jest przede wszystkim przez energetykę i przemysł. Mniejszy jest wpływ na ten trend transportu oraz „mieszkalnictwa i usług”. Z analizy scenariuszy wynika, że racjonalne kosztowo ograniczenie wewnętrznych emisji CO₂ rzędu 40% i 60% poniżej poziomu z 1990 r. będzie możliwe do odpowiednio 2030 i 2040 r.¹⁰⁶

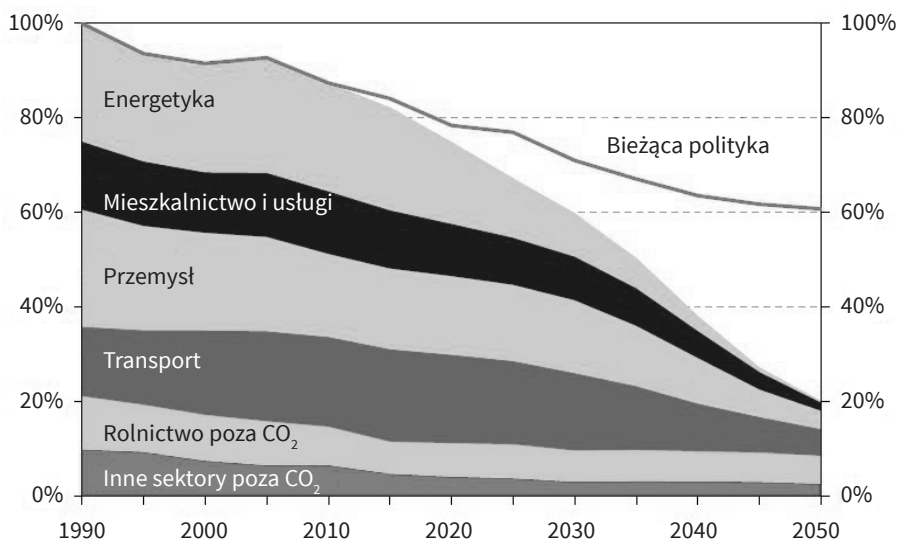
102 Wykorzystanie potencjału ekologicznego wzrostu gospodarczego w zakresie zatrudnienia, Dokument roboczy służb Komisji SWD(2012) 0092, Bruksela 2012.

103 Z najnowszych szacunków wynika, że UE musi zwiększyć tempo działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej. W przeciwnym razie nie będzie ona w stanie osiągnąć do 2020 r. 20% poziomu oszczędności energii, a tylko ok. 15–17%. Zob. *Energy efficiency policies in the EU, Lessons from the Odyssee Mure project*, 2013, s. VI.

104 Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii Europa 2020*, KOM(2011) 21.

105 B. Kryk, *Efektywność energetyczna w kontekście wyzwania zasobooszczędnego gospodarowania na przykładzie modernizacji budynków w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2013, nr 756, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, nr 57, s. 317–318.

106 *Plan działań...*, s. 4.



Rysunek 9. Ścieżka redukcji emisji GHG w UE do 2050 r.

Źródło: Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r., Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 112, s. 5.

Osiągnięcie przez UE wskazanego poziomu redukcji emisji CO₂ nie stanowi gwarancji skutecznej ochrony klimatu i uniknięcia negatywnych konsekwencji zmian klimatycznych dla systemów społeczno-gospodarczych. Konsekwencji tych można uniknąć jedynie wtedy, gdy w ochronę klimatu zaangażują się wszystkie kraje świata¹⁰⁷. Problem zmian klimatu wymaga więc rozwiązań o charakterze globalnym, zakładających stosowanie jednakowych reguł i zasad. Tymczasem, poza grupą państw podejmujących aktywne działania na rzecz ograniczenia emisji CO₂, istnieją państwa, które zgadzają się z koniecznością redukcji emisji CO₂, jednak stosowne działania planują podjąć w nieokreślonej przyszłości, a także państwa odrzucające jakiegokolwiek działania na rzecz tej redukcji¹⁰⁸.

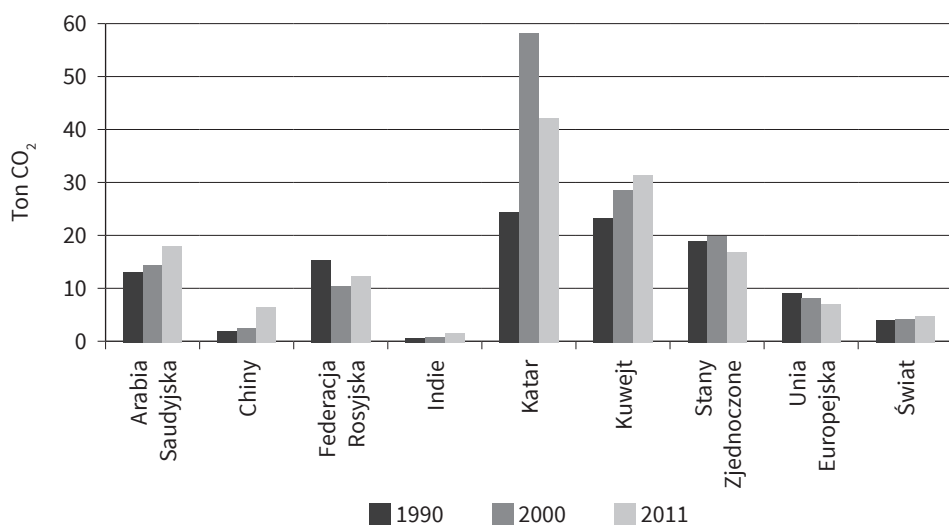
Różnice w podejściu do działań na rzecz ochrony klimatu przez poszczególne państwa prowadzą do niekorzystnych zjawisk ekonomiczno-społecznych, których skutki obciążają UE. Z danych przedstawionych graficznie na rysunku 10 wynika bowiem, że państwa członkowskie UE odpowiadają jedynie za ok. 9% globalnych antropogenicznych emisji CO₂. Jednocześnie postępuje zjawisko kompensacji unijnych emisji

¹⁰⁷ UE odpowiada jedynie za 9% globalnych emisji CO₂.

¹⁰⁸ W. Piontek, *Ewolucja...*, s. 50.

CO₂ przez analogiczne emisje krajów rozwijających się, co oznacza, że działania UE podejmowane na rzecz ochrony klimatu są mało skuteczne w skali globalnej. W okresie ostatnich 20 lat w państwach członkowskich UE emisje CO₂ zmniejszyły się o 22%, podczas gdy w wymiarze globalnym wzrosły o prawie 20%.

Odrębnym problemem jest kwestia negatywnych efektów ekonomicznych i społecznych polityki UE na rzecz ograniczenia antropogenicznych zmian klimatu. Rozwój gospodarczy związany z wprowadzeniem gospodarki, która ma umożliwić redukcję emisji CO₂, jest słusznie utożsamiany z nowoczesnością. Tymczasem spór ekonomiczny dotyczący polityki niskowęglowej toczy się nie tylko wokół jej kosztów i zysków, ale również wokół parametrów gospodarczych o charakterze makroekonomicznym, takich jak np. zatrudnienie i PKB. Nie można bowiem lekceważyć sugestii, że po przekroczeniu pewnego poziomu redukcji emisji CO₂ wartości obu tych parametrów zaczną znacząco maleć¹⁰⁹. Tania siła robocza, niższe wymogi społeczne i ekologiczne, charakterystyczne dla krajów azjatyckich, sprzyjają przenoszeniu produkcji z UE do Chin, co skutkuje m.in. redukcją miejsc pracy w państwach członkowskich UE.



Rysunek 10. Emisje CO₂ *per capita* w wybranych krajach

Źródło: The Word Bank, <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.P> [dostęp 27.11.2014]; *EU energy and transport in figures*, European Communities 2009, s. 214; *CO₂ emissions from fuel combustion*, IEA, 2013.

109 *Niskoemisyjna Polska*, Fundacja Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2012, s. 7.

Wdrażaniu koncepcji gospodarki niskoemisyjnej nie sprzyjają również skutki globalnego kryzysu gospodarczego z lat „2007+”. Przyjęty scenariusz ograniczania emisji CO₂ UE bazuje bowiem na założeniu osiągnięcia celu redukcyjnego z wykorzystaniem nowoczesnych, ale przez to kosztownych technologii, takich jak np. technologie pozyskiwania energii odnawialnej, wychwytywania i składowania CO₂, inteligentnych pomiarów (ang. *Smart Metering*) i sieci (ang. *Smart Grid*) oraz technologie samochodów hybrydowych i elektrycznych. Pełne wdrożenie technologii niskoemisyjnych wiąże się z dodatkowymi inwestycjami na badania i rozwój oraz działania demonstracyjne i pilotażowe. Według dostępnych szacunków w ciągu najbliższych 40 lat publiczne i prywatne inwestycje na wdrożenie tych technologii powinny być średnio wyższe o ok. 270 mld EUR rocznie¹¹⁰. Rodzi się zatem istotne pytanie o zdolność państw członkowskich UE do sfinansowania planowanych działań.

Sugerowane przez KE wykorzystanie środków funduszy strukturalnych i funduszu spójności może okazać się niewystarczające. Zasadniczo sytuacji nie zmieni poprawa efektywności użytkowania zasobów, m.in. poprzez recykling odpadów, lepsze gospodarowanie odpadami, zmianę zachowań konsumentów, a także wzmocnienie odporności ekosystemów. Problem znalezienia źródeł finansowania dla planowanych działań inwestycyjnych wydaje się szczególnie istotny w aspekcie wzrastającego zadłużenia publicznego UE, a także pesymistycznych prognoz gospodarczych na kolejne lata¹¹¹.

Wobec bardzo wysokiej skali zadłużenia państw członkowskich UE mocno ograniczone są w najbliższych latach możliwości finansowania budowy gospodarki niskoemisyjnej w drodze zaciągania zobowiązań.

110 *Summary of the impact assessment: A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, Commission Staff Working Document *Evaluation of the stakeholder consultation*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, SEC(2011) 289 final, Brussels 2011, s. 9.

111 Z danych Eurostat wynika, że dług publiczny UE w I kwartale 2014 r. wyniósł 88,0% PKB i był wyższy o 1,8 p.p. niż w I kwartale 2013 r. Dług publiczny krajów strefy euro wzrósł w okresie od I kwartału 2013 do I kwartału 2014 r. z 92,5 do 93,9% PKB. Zadłużenie Polski spadło w tym okresie z 917,9 do 819,0 mld PLN. Oprócz Polski spadek długu w tym okresie dotyczył też: Niemiec (w kraju tym spadek ten wyniósł 1,1 p.p.), Grecji (1 p.p.), Czech (0,4 p.p.), Danii (0,3 p.p.) i Luksemburga (0,3 p.p.). W największym stopniu dług ten wzrósł w tym okresie w Słowenii (w kraju tym spadek ten wyniósł 7,0 p.p.), na Węgrzech (5,0 p.p.), w Belgii (3,9 p.p.) i Portugalii (3,9 p.p.). Najbardziej zadłużona w tym czasie była Grecja. W kraju tym dług osiągnął bowiem poziom 174,1% PKB. Długiem powyżej 100% PKB obciążone były także gospodarki Włoch, Portugalii, Cypru i Belgii. Nieco tylko poniżej tej granicy oscylował dług Hiszpanii, Francji i Wielkiej Brytanii. Jednocześnie w 12 państwach członkowskich UE w I kwartale 2014 r. zadłużenie przekroczyło poziom 60% PKB.

Trudno zatem prognozować, czy wyznaczone do 2050 r. cele redukcji emisji GHG będą technologicznie możliwe. Aktualnie bowiem działania UE koncentrują się na stabilizacji wzrostu gospodarczego i utrzymaniu jednności państw członkowskich UE. Mając na uwadze globalną konkurencyjność unijnej gospodarki, należy zatem zwrócić uwagę na potrzebę wypracowania właściwych kierunków realizacji koncepcji gospodarki niskoemisyjnej, które powinny opierać się na solidnej analizie gospodarczej ich potencjalnych skutków z podziałem na kraje i sektory gospodarki.

Skuteczne działania wymagają stworzenia instrumentów redukcji emisji CO₂, które nie będą negatywnie wpływać na efekty dotychczasowych wysiłków na rzecz zmniejszenia dystansu między stopniem rozwoju państw członkowskich UE, a jednocześnie będą odpowiadać wyzwaniom dotyczącym zmian klimatycznych. Polska od momentu rozpoczęcia przemian ustrojowych i gospodarczych w końcu lat 80. ubiegłego wieku znajduje się na ścieżce niskoemisyjnej modernizacji. Istotne jednak jest, aby transformacja polskiej gospodarki w kierunku gospodarki niskoemisyjnej nie stwarzała jedynie zagrożeń, ale została wykorzystana przede wszystkim do kreowania nowych szans i przewag konkurencyjnych. W przypadku Polski kluczowe znaczenie dla powodzenia tej transformacji będzie miał narodowy program rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Jego opracowanie jest istotne m.in. ze względu na wyższe w naszym kraju, niż w krajach Europy Zachodniej, ryzyko wystąpienia negatywnych makroekonomicznych następstw polityki klimatycznej UE. Ryzyko to wynika głównie z wysokiej emisyjności polskiego sektora wytwarzania energii elektrycznej oraz wyższego, od średniej unijnej, udziału w strukturze gospodarki energochłonnych gałęzi przemysłu¹¹². Ponadto program pozwoli na efektywne prezentowanie stanowiska Polski w debatach unijnych i globalnych, a w konsekwencji wspieranie konkretnych rozwiązań, które będą zgodne z interesem naszego kraju.

2.5. Uwarunkowania i założenia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce

Działania zmierzające do opracowania narodowego programu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN) stanowią odpowiedź na konieczność przestawienia gospodarki krajowej na gospodarkę niskoemisyjną,

112 *Potencjalne konsekwencje rozwiązań dotyczących unijnej polityki klimatycznej dla polskiej gospodarki oraz wpływu na jej konkurencyjność*, Materiał informacyjny dla Komitetu do Spraw Europejskich, Warszawa 2013, s. 2.

która wynika ze zobowiązań międzynarodowych i unijnych Polski do redukcji emisji CO₂ i innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami¹¹³. Takie podejście ma głębokie uzasadnienie merytoryczne. Z jednej strony odpowiada na wyzwania związane ze zmianami klimatu, z drugiej zaś pozwala na stworzenie, w dłuższej perspektywie, optymalnego modelu nowoczesnej, zasobooszczędnej gospodarki zorientowanej na innowacyjność i zdolnej do konkurencji na rynku europejskim i globalnym.

W przedstawionym w sierpniu 2015 r. projekcie NPRGN¹¹⁴ brak jest typowego pojęcia gospodarki niskoemisyjnej, co może świadczyć o problemach związanych z jego zdefiniowaniem na potrzeby realizacji polityki rozwoju w Polsce. Jednocześnie w dokumencie podkreślono, że przestawienie gospodarki kraju na gospodarkę niskoemisyjną uważa się za kluczowy krok nie tylko w kierunku zapewnienia stabilnego środowiska, lecz także za element długofalowego zrównoważonego rozwoju kraju.

W projekcie NPRGN przedstawiono społeczne, ekonomiczne, środowiskowe, polityczne, prawne i etyczne uwarunkowania rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce. Określono cel główny, cele szczegółowe i priorytetowe obszary tego rozwoju. Wskazano na konieczność zachowania zgodności programu z wytycznymi dotyczącymi zasad i kierunków rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, wynikającymi z dokumentów UE i rządu polskiego (rysunek 11). Projekt ten stanowi przez to wartościową bazę do opracowania, spójnego i zgodnego z istniejącym systemem zarządzania emisjami CO₂ i innych substancji, NPRGN. Program ten ma w szczególności zapewnić zgodność z krajowymi i sektorowymi planami redukcji tych emisji oraz uwzględnić, stosowany w Polsce mechanizm tzw. System Zielonych Inwestycji (ang. *Green Investment Scheme*, GIS)¹¹⁵. Do NPRGN mają być także włączone wytyczne,

113 Ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania GHG i innych substancji (Dz.U. 2009, nr 130, poz. 1070).

114 *Projekt Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*, Projekt z dnia 4 sierpnia 2015 r., Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, s. 9.

115 System Zielonych Inwestycji pozwala Polsce na sprzedaż na rynku międzynarodowym nadwyżek jednostek emisji CO₂, przyznanych jej w systemie ONZ (ang. *Assigned Amount Unit*, AAU) w ramach protokołu z Kioto. Uzyskane w ten sposób środki gromadzone są na tzw. Rachunku Klimatycznym i są przeznaczane na wsparcie inwestycji z zakresu ochrony klimatu oraz wdrażania pakietu klimatyczno-energetycznego. Krajowym operatorem systemu zielonych inwestycji w Polsce jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, który opracowuje kolejne programy priorytetowe, w ramach których wydawane będą te środki.

wynikające z dyrektyw UE, np. z dyrektywy o jakości powietrza (ang. *Clean Air for Europe*, CAFE)¹¹⁶, dyrektywy o emisjach przemysłowych¹¹⁷ oraz Protokołu z Göteborga.

Za najważniejsze etapy opracowania strategii dekarbonizacji gospodarki w naszym kraju uznano określenie celów strategicznych, ustalenie priorytetów działań oraz monitorowanie postępów we wdrażaniu tych działań (tabela 8). Projekt NPRGN wynika z logicznej kolejności procesów rozwoju. Cel główny oraz cele szczegółowe tego projektu są ze sobą nierozzerwalnie powiązane i wzajemnie na siebie oddziałują. Podjęcie działań zmierzających do osiągnięcia jednego z celów szczegółowych wpływa bowiem na realizację pozostałych celów. Z tego względu, zgodnie z założeniami projektu NRRGN, działania określone w NPRGN mają być poddawane zwymiarowaniu na podstawie wyników analiz wykonalności. Celem głównym tych działań ma być bowiem osiągnięcie do 2050 r. takiego stanu rozwoju polskiej gospodarki niskoemisyjnej, opartej na innowacyjnych rozwiązaniach i technologiach, aby mogła ona skutecznie konkurować na globalnym rynku.

Przejście na gospodarkę niskoemisyjną jest jednak procesem długotrwałym i wymagającym kosztownych rozwiązań inwestycyjnych. Z dotychczas wykonanych opracowań i analiz wynika, że wdrożenie działań zmierzających do redukcji emisji CO₂ w niektórych sektorach polskiej gospodarki nie przyniesie natychmiastowych korzyści, ponieważ korzyści te *będą* widoczne dopiero po 2020 r., a nawet po 2030 r.¹¹⁸ Wniosek ten został potwierdzony w dokumencie roboczym KE, prezentującym koszty zwiększenia celu redukcji emisji CO₂ do 30% do 2020 r. dla poszczególnych państw członkowskich UE¹¹⁹.

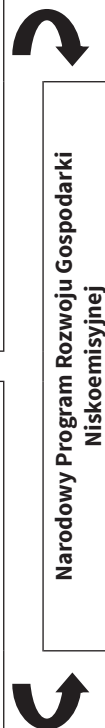
116 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (CAFE) (Dz.Urz. UE L 152 z 11.06.2008, s. 1).

117 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (wersja przekształcona); Dz.Urz. UE L 334 z 17.12.2010, s. 17.

118 Zob. m.in.: Raport *Ocena potencjału do redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2030*, McKinsey 2009, przygotowany pod patronatem Ministra Gospodarki; *Energy and CO₂ emissions scenarios of Poland*, IEA, 2010; *Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce*, Bank Światowy, 2011; *2050.pl podróż do niskoemisyjnej przyszłości*, red. M. Bukowski, IBS, Warszawa 2013.

119 *Analysis of options beyond 20% GHG emission reductions: Member State results*. Commission Staff Working Paper, SWD(2012) 5 final, Brussels, 2012.

Podstawowe dokumenty UE dotyczące przechodzenia na gospodarkę niskoemisyjną	Podstawowe dokumenty Polski dotyczące przechodzenia na gospodarkę niskoemisyjną
• Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, 03.03.2010 • Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, KOM(2011) 21 wersja ostateczna, 26.01.2011 • Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej w 2050 roku, KOM(2011) 112 wersja ostateczna, 08.03.2011 • Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 roku, KOM(2011) 109 wersja ostateczna, 08.03.2011 • Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, KOM(2011) 144 wersja ostateczna, 28.03.2011 • Plan działania w dziedzinie energii do 2050 roku, KOM(2011) 885 final, 15.12.2011 • Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii, KOM(2014) 15 final/2, 04.02.2014	• Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności, M.P.2013, nr 16, poz. 121 • Strategia Rozwoju Kraju 2020. Aktywne społeczeństwo, konkurencyjna gospodarka, sprawne państwo, M.P.2012, nr 157 poz. 882 • Strategie horyzontalne, w szczególności: – Strategia innowacyjności i efektywności gospodarki „Dynamiczna Polska 2020”, M.P. 2013, nr 7, poz. 73 – Strategia rozwoju kapitału ludzkiego 2020, M.P. 2013, nr 104, poz. 640 – Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko – perspektywa do 2020, M.P. 2013, nr 104, poz. 640 – Sprawne państwo 2020, M.P. 2013, nr 17, poz. 136 – Strategia rozwoju kapitału społecznego 2020, M.P. 2013, nr 61, poz. 378 – Strategia rozwoju systemu bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej 2022, M.P. 2012, nr 67, poz. 377 – Strategia rozwoju transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.), M.P. 2013, nr 6, poz. 75 – Strategia zrównoważonego rozwoju wsi i rolnictwa na lata 2012–2020, M.P. 2012, nr 163, poz. 839 – Krajowa strategia rozwoju regionalnego 2010–2020, M.P. 2011, nr 36, poz. 423





Inne programowe polskie dokumenty

- Krajowy Program Reform na rzecz realizacji strategii „Europa 2020” i jego aktualizacje, aktualizacja 2016/2017, R.M. 26.04. 2016
- Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030, M.P. 2012, nr 239, poz. 252
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, R.M. 10.11.2009, nr 202*
- Polityka ekologiczna państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016, M.P. 2009, nr 34, poz. 501
- Polityka klimatyczna Polski. Strategia redukcji emisji GHG w Polsce do roku 2020, R.M. 04.11.2003
- Ustawa o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2015, poz. 143
- Strategia zmian wzorców produkcji i konsumpcji na sprzyjające realizacji zasad zrównoważonego rozwoju, R.M. 14.10.2003
- Strategia wdrażania w Polsce zintegrowanej polityki produktowej, R.M. 25.02.2005
- Polityka transportowa państwa na lata 2006–2025, Ministerstwo Infrastruktury 24.06.2005
- Krajowy plan działania dotyczący efektywności energetycznej dla Polski, R.M. 20.10.2014
- Krajowy plan działania w zakresie rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, R.M. 07.12.2010
- Kierunki rozwoju biogospodarki rolniczych w Polsce na lata 2010–2020, R.M. 13.07.2010
- Krajowy plan inwestycyjny, M.P. 2016, poz. 167

* Dnia 7 sierpnia 2015 r. projekt *Polityki energetycznej Polski do 2050 roku* został skierowany do konsultacji społecznych i międzyresortowych, <http://www.mg.gov.pl/Energetyka/Polityka+energetyczna?theme=mg> [dostęp 08.06.2016].

Rysunek 11. Spójność Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej z wybranymi dokumentami UE i Polski

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Projekt Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*, Projekt z dnia 4 sierpnia 2015 r., Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, s. 11–13; *Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*, Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2011; *Plan uporzędkowania strategii rozwoju*, tekst uwzględniający dokonane w dniu 10 marca 2010 r., 30 kwietnia 2011 r. oraz 12 lipca 2012 r. reasumpcje decyzji Rady Ministrów z dnia 24 listopada 2009 r., Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.

Wobec zdominowanej przez węgiel kamienny i brunatny struktury wytwarzania energii elektrycznej w Polsce, koszt wdrożenia proponowanych przez KE do 2050 r. rozwiązań będzie w przeliczeniu na jednostkę

Tabela 8. Założenia planu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce

Cele strategiczne	Cel główny	Rozwój gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju
	Cele szczegółowe	Niskoemisyjne wytwarzanie energii Poprawa efektywności gospodarowania surowcami i materiałami, w tym odpadami Rozwój zrównoważonej produkcji (przemysł, budownictwo, rolnictwo) Transformacja niskoemisyjna w dystrybucji i mobilności Promocja wzorców zrównoważonej konsumpcji
Założenia i efekty głównych działań	Założenia	Określenie obszarów redukcji emisji GHG i innych substancji Określenie instrumentów wsparcia Przyjęcie ścieżek redukcji emisji GHG do 2050 r. w sektorze ETS i non-ETS Określenie dźwigni wzrostu gospodarczego Zachowanie proporcji pomiędzy wielkością efektu redukcyjnego a poniesionymi kosztami
	Oczekiwane efekty	Zastosowanie niskoemisyjnych technologii wytwarzania i dystrybucji energii i paliw w transporcie Rozpowszechnienie istniejących technologii niskoemisyjnych w procesach produkcyjnych Poprawa efektywności energetycznej we wszystkich sektorach gospodarki Wzrost świadomości w zakresie optymalnego wykorzystywania surowców Usprawnienie systemu instrumentów prawnych oraz finansowych wspomagających zmianę modelu gospodarki na model niskoemisyjny Zmiana wzorców zachowań i konsumpcji w stronę minimalizowania śladu węglowego Osiągnięcie korzyści uwzględniających aspekt gospodarczy, społeczny i środowiskowy
Monitorowanie postępów	System wskaźników	Efekty wprowadzanych innowacji, w tym technologii niskoemisyjnych Utrata i tworzenie nowych miejsc pracy Koszty i korzyści występujące z pewnym opóźnieniem Koszty i korzyści pośrednie Koszty zewnętrzne Koszty zaniechania działań, w tym koszty braku adaptacji gospodarki do zmian klimatu Koszty opłat za emisję CO ₂

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Projekt Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*, Projekt z dnia 4 sierpnia 2015 r., Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, s. 154–161; *Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*, Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2011, s. 11–17; *Nowa misja – niższa emisja*, Krajowe Stowarzyszenie Inicjatyw, 2014, s. 11–14.

PKB ponad dwukrotnie wyższy niż średni koszt dla UE. W horyzoncie czasowym do 2020 r. koszty utraty dynamiki PKB i miejsc pracy z tytułu realizacji zobowiązań na rzecz ochrony klimatu będą stanowiły w Polsce ok. 1,4% PKB, podczas gdy w UE koszty te wyniosą ok. 0,6% PKB. Ponadto dodatkowe nakłady inwestycyjne, prognozowane na poziomie ok. 12,5–15,0 mld PLN rocznie do 2030 r., spowodują osłabienie dynamiki PKB średnio o ok. 1% rocznie (w wartościach PKB z 2010 r.) do 2030 r. Nakłady te będą bowiem dotyczyły, zwłaszcza w początkowym okresie, nie rozbudowy, a głównie przebudowy gospodarki naszego kraju, co dodatkowo spowoduje wzrost kosztów wytwarzania energii.

Przewidywane osłabienie dynamiki PKB Polski może doprowadzić do stagnacji gospodarczej, co nabiera szczególnego znaczenia w obliczu prognoz niskiego wzrostu gospodarczego strefy euro. Unijne wsparcie finansowe przechodzenia na gospodarkę niskoemisyjną w Polsce szacowane jest na poziomie 8,136 mld EUR. Mimo, iż wsparcie to dotyczy okresu 2014–2020 i wszystkich sektorów polskiej gospodarki, zapewni ono jedynie 1/4 niezbędnych nakładów ogółem¹²⁰. Dlatego też potrzebny będzie określony wysiłek inwestycyjny polskich przedsiębiorstw, który przez niektórych ekspertów szacowany jest na ponad 25 mld PLN w perspektywie najbliższej dekady¹²¹.

Warto jednak zauważyć, że proces rozwoju niskoemisyjnej gospodarki w Polsce może przynieść szereg pozytywnych efektów i pomóc w przebudowie i unowocześnieniu polskiej gospodarki. Swoista renta zapóźnienia działa częściowo na korzyść Polski. Ogranicza ona bowiem do pewnego stopnia ryzyko inwestycyjne. Mniejszy wyjściowy zasób kapitału sprawia, że nowe inwestycje (np. w rozwój infrastruktury energetycznej, transportowej lub mocy produkcyjnych w przemyśle) są niezbędne dla dalszego rozwoju naszego kraju i nie będą wymuszane jedynie impulsem zewnętrznym w postaci unijnych wymogów polityki klimatycznej¹²². Analiza wpływu decyzji dotyczących urzeczywistnienia koncepcji dekarbonizacji gospodarki do 2050 r. na rozwój polskiej gospodarki wymaga więc dalszych badań. Dążąc do zrównoważonego i efektywnego pod względem kosztów rozwoju, przedmiotem takich badań powinny być m.in. koszty realizacji celów klimatycznych oraz ich wpływ na konkurencyjność poszczególnych branż.

120 Materiał informacyjny dotyczący programowania nowej perspektywy finansowej 2014–2020, z uwzględnieniem priorytetów Ministerstwa Gospodarki, Ministerstwo Gospodarki, Departament Strategii i Analiz, Warszawa, 22 stycznia 2014.

121 Zob. np. raport z debaty „Wsparcie systemowe dla inwestycji w energetyce”, „Proinwestycje”, luty 2014.

122 *Potencjalne konsekwencje rozwiązań dotyczących unijnej polityki klimatycznej dla polskiej gospodarki oraz wpływu na jej konkurencyjność*, materiał informacyjny dla Komitetu do Spraw Europejskich, Warszawa 2013.

Obecnie funkcjonujące modele ekonometryczne nie pozwalają na przeprowadzenie wiarygodnej symulacji kosztów w horyzoncie czasowym dłuższym niż 20 lat. Dlatego też wszelkie szacunki tych kosztów powyżej 2030 r. należy traktować bardzo ostrożnie, gdyż obarczone są one zbyt dużym stopniem niepewności. Oznacza to, że z takim samym stopniem niepewności związane są prezentowane dziś oceny makro- i mikroekonomicznych skutków dekarbonizacji gospodarki Polski do 2050 r. Należy jednocześnie zdawać sobie sprawę z tego, że obecny model ekstensywnego, surowcochłonnego wzrostu polskiej gospodarki jest nie do utrzymania w długim horyzoncie czasowym. Im szybciej Polska wypracuje własną ścieżkę transformacji niskoemisyjnej, tym koszty dostosowań do wymagań zewnętrznych będą niższe.

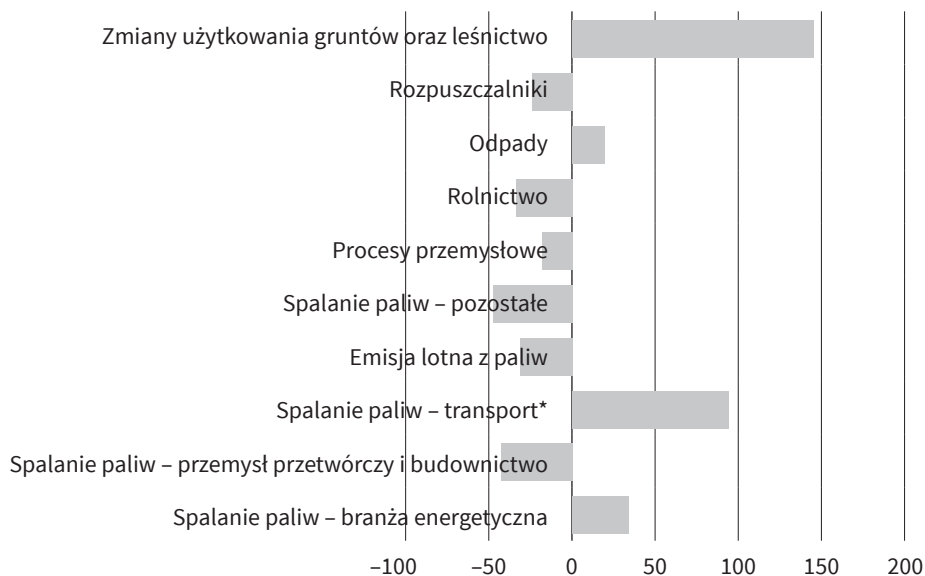
Ograniczenie emisji CO₂ w Polsce może być szczególnie trudne. Polską gospodarkę charakteryzuje bowiem jeden z najwyższych w UE wskaźników emisyjności, będący relacją wielkości emisji CO₂ do wielkości wytworzonej i zużytej energii pierwotnej. W 2012 r. w Polsce wytworzenie i zużycie energii pierwotnej w ilości jednej toe łączyło się bowiem z emisją ponad 3,3 t CO₂, podczas gdy w UE niespełna 2,4 t CO₂. Tak wysoka emisyjność polskiej gospodarki wynikała nie tylko z wysokiego poziomu emisji CO₂ generowanych w procesie wytwarzania energii, ale także z wysokiej energochłonności produkcji w Polsce. Mimo znacznych postępów w zakresie poprawy efektywności energetycznej w ciągu ostatnich 25 lat, Polska nie osiągnęła jeszcze standardów zachodnioeuropejskich. Polska gospodarka, w przeliczeniu na jednostkę wytwarzanego PKB, jest nadal dwukrotnie bardziej energochłonna niż średnia dla UE¹²³. W 2012 r. w Polsce do wytworzenia PKB o wartości 1 mln EUR potrzebnych było 300 toe energii, zaś tylko niespełna 143 toe w UE¹²⁴.

W raportach dotyczących realizacji polityki niskoemisyjnej wiele uwagi i analiz poświęcono sektorowi wytwarzania energii, który jest głównym źródłem emisji CO₂ w Polsce. Chociaż od 1988 r. wielkość emisji CO₂ pochodzących z tego sektora spadła o ponad 1/3, to nadal sektor ten jest głównym emitentem CO₂ w Polsce. W 2012 r. ok. 43% emitowanego w Polsce CO₂ przypadało bowiem na sektor wytwarzania energii. W przypadku Polski wszelkie analizy dotyczące polityki niskoemisyjnej powinny obejmować również możliwe rozwiązania w transporcie, który cechuje największa dynamika wzrostu emisji CO₂ (rysunek 12). Ograniczenie emisji CO₂ w skali wymaganej przez UE może bowiem okazać się

123 Prezentowane w rozprawie analizy dotyczą UE-28.

124 *EU energy in figures: Statistical pocketbook*, Publications Office of the European Union, 2015, s. 175–231.

najtrudniejsze w transporcie. Od początku transformacji gospodarczej w Polsce wielkość emisji CO₂ wygenerowanych przez transport wzrosła prawie dwukrotnie.

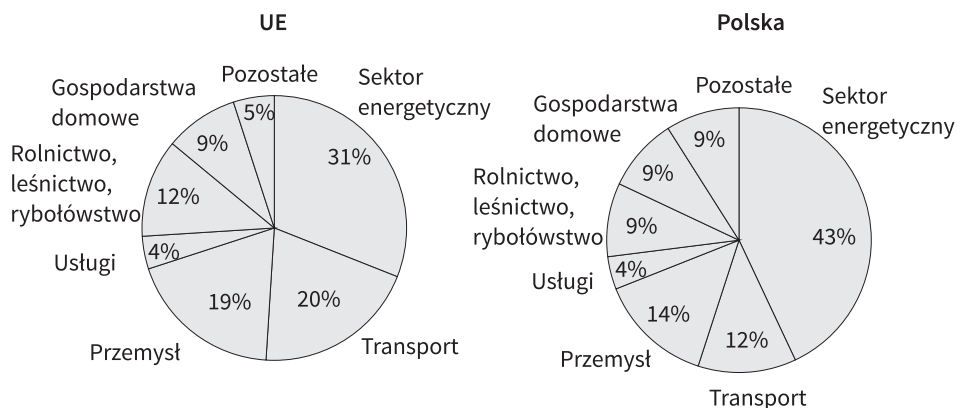


* Z wyłączeniem międzynarodowego transportu morskiego.

Rysunek 12. Zmiana wielkości emisji CO₂ w najważniejszych sektorach gospodarki Polski w latach 1988–2012 (w %)

Źródło: opracowano na podstawie: *Summary of GHG emissions for Poland*, https://unfccc.int/files/ghg_emissions_data/application/pdf/pol_ghg_profile.pdf [dostęp 15.01.2015].

Wielkość emisji CO₂ w polskim transporcie, zaczynając z niskiego poziomu na początku lat 90. XX w., rośnie w bardzo szybkim tempie w kierunku średniego poziomu tych emisji UE (rysunek 13). Z udziałem wynoszącym w 2012 r. prawie 12% emisji CO₂ ogółem w Polsce transport był odpowiedzialny za ponad 30% emisji CO₂ sektorów pozostających poza systemem ETS. Sytuację pogarsza niekorzystna relacja liczby rejestrowanych nowych samochodów osobowych do liczby samochodów używanych, pochodzących z importu. Ponad połowa samochodów importowanych jest bowiem starsza niż 10 lat, co oznacza, że zużywają one zazwyczaj więcej paliwa i w większym stopniu zanieczyszczają środowisko.



Rysunek 13. Struktura emisji CO₂ w podziale na sektory gospodarki w UE i Polsce w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Energy, transport and environment indicators*, Eurostat Pocketbooks, 2014; *EU transport and figures: Statistical Pocketbook*, 2014.

Przedstawione na rysunku 13 dane wskazują na zasadność stanowiska KE, która uznała transport, obok energetyki, za sektor gospodarki, który posiada duży potencjał działań w zakresie realizacji strategii rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Chociaż w innych sektorach gospodarki istnieją możliwości większego ograniczenia emisji CO₂ niż w sektorze transportu, to właśnie transport wymaga szczególnej uwagi.

2.6. Podsumowanie

Gospodarka niskoemisyjna jest odpowiedzią UE na przeciwdziałanie globalnym zmianom klimatycznym oraz reakcją na perspektywę wzrostu zapotrzebowania na energię. Koncepcja tej gospodarki oparta jest na założeniach rozwoju zrównoważonego, zaś jej głównymi filarami są wysoka efektywność energetyczna oraz szerokie stosowanie OZE. Oba te filary pozwalają bowiem na znaczne ograniczenie emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń, ale ich uaktywnienie generalnie wiąże się z rozwojem nowych technologii i w konsekwencji ze stosunkowo wysokimi nakładami inwestycyjnymi. Z drugiej strony nakłady te mogą być źródłem nowych impulsów dla rozwoju gospodarczego i wzrostu zatrudnienia.

Gospodarka energetycznie efektywna generuje oszczędności energii, co zmniejsza intensywność eksploatacji zasobów środowiska i przekłada się na redukcję kosztów prowadzenia działalności gospodarczej. Źródłem

efektywności energetycznej procesów produkcyjnych są głównie energooszczędne technologie wytwarzania, racjonalne gospodarowanie materiałami i surowcami, a także ograniczanie powstawania odpadów i efektywne ich wykorzystywanie. Efektywność energetyczną można poprawić poprzez promowanie nowych wzorców konsumpcji energii. Zmiana tych wzorców może bowiem przynieść efekty stosunkowo szybko i bez konieczności ponoszenia wysokich kosztów. Z kolei wykorzystywanie OZE stwarza możliwość substytucji surowców kopalnych, co ma korzystny wpływ m.in. na bezpieczeństwo energetyczne UE.

Proponowane przez KE rozwiązania uwzględniają potencjalne zagrożenia i niedoskonałości koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Przyjęta ścieżka redukcji emisji CO₂ obliguje państwa członkowskie UE do podjęcia konstruktywnych działań na rzecz realizacji wyznaczonego celu. Jednak opracowując strategię rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i dokonując wyboru instrumentów jej realizacji, nie uwzględniono w wystarczającym stopniu istotnych uwarunkowań, które decydują o efektywności i konsekwencjach tej strategii. Uwarunkowania te obejmują głównie stopień powszechności tej strategii w skali globalnej, jej koszty oraz następstwa społeczne.

Dla wielu państw członkowskich UE przejście do gospodarki niskoemisyjnej jest dużym wyzwaniem koncepcyjnym, technologicznym i finansowym. Wyzwanie to w szczególności dotyczy krajów, w których wykorzystanie paliw kopalnych, będących głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych, jest bardzo mocno zakorzenione. Na jednym z pierwszych miejsc wśród tych państw znajduje się Polska. W celu koordynacji działań na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej UE określiła strategiczne kierunki i cele tego rozwoju. Cele te dotyczą minimalnych poziomów ograniczania emisji CO₂, udziału OZE w bilansie energetycznym UE oraz oszczędności energii i wynikają z pakietów klimatyczno-energetycznych.

Dążąc do wsparcia realizacji celów tej gospodarki i do sprostania wspomnianemu wyzwaniu, UE zarezerwowała środki finansowe w ramach swoich funduszy celowych. Dostęp do publicznych środków finansowania jest impulsem do angażowania funduszy prywatnych na rozwój gospodarki niskoemisyjnej. Szczególna rola w zakresie podejmowania kompleksowych działań na rzecz rozwoju tej gospodarki przypada jednostkom samorządu terytorialnego, a zwłaszcza władzom miast. Dynamiczny proces postępującej urbanizacji i rozwój transportu samochodowego przyczynia się bowiem do zahamowania pozytywnych trendów w redukcji emisji CO₂. W gestii władz miejskich pozostaje np. organizacja funkcjonowania transportu publicznego. Z kolei gminy wiejskie są najbardziej kompetentne w ocenie lokalnych zasobów OZE i możliwości ich wykorzystania.

Podtrzymanie i wzmocnienie przedstawionych powyżej trendów wymaga kompleksowego podejścia do funkcjonowania transportu samochodowego UE. Podejście to oznacza koordynację na szczeblu unijnym wysiłków podejmowanych w skali lokalnej na rzecz rozwoju transportu niskoemisyjnego, a w konsekwencji gospodarki niskoemisyjnej. Podejście takie jest konieczne wobec globalizacji relacji gospodarczych i wynikającego stąd dynamicznego wzrostu zapotrzebowania na usługi transportowe. Powyższe zależności i wnioski, wynikające z treści tego rozdziału, umożliwiły pozytywną weryfikację drugiej hipotezy pomocniczej, zgodnie z którą realizacja koncepcji gospodarki niskoemisyjnej w transporcie jest niezbędna dla przeprowadzenia transformacji gospodarki UE i Polski w kierunku efektywnego wykorzystania źródeł energii i obniżenia emisji CO₂.

Rozdział 3

Kształtowanie potrzeb energetycznych transportu samochodowego w Unii Europejskiej z perspektywy rozwoju gospodarki niskoemisyjnej

3.1. Wprowadzenie

Funkcjonowanie transportu jest jednym z niezbędnych elementów wzrostu i rozwoju społeczno-gospodarczego zarówno w skali lokalnej, regionalnej, jak też krajowej i międzynarodowej. Zjawiska globalizacji, internacjonalizacji oraz intensywne działania integracyjne państw, obejmujące prawie każdą sferę życia człowieka, determinują wzrost popytu na transport. Popyt ten zwiększa się także wraz ze wzrostem poziomu wymiany handlowej. Transport, odpowiedzialny za przemieszczanie osób i ładunków, stanowi bowiem istotne ogniwo łańcuchów dostaw we współczesnym świecie. Jednocześnie realizacja procesów transportowych jest uwarunkowana czynnikami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi.

Rozwój gospodarczy ostatnich kilkudziesięciu lat w znaczący sposób wpłynął na kierunek przeobrażenia transportu. Wobec dużego udziału w przewozach ogółem osób i ładunków, kierunek ten wskazuje istotną rolę transportu samochodowego, z którym związane są współczesne trendy rozwoju tego działu gospodarki. Następstwem rozwoju działalności transportowej są efekty zarówno korzystne, jak i niekorzystne, których skutki przenoszone są zazwyczaj na całe społeczeństwo, a nie tylko na sprawcę tych efektów lub na odbiorcę usług transportowych¹. Efekty tych usług mogą dotyczyć zarówno aspektów środowiskowych, jak i rynkowych oraz społecznych działalności gospodarczej. Rezultaty korzystne obejmują

1 Z. Krasucki, *Rynek usług transportowych w międzynarodowej wymianie towarowej*, [w:] *Transport międzynarodowy*, red. T. Szczepaniak, PWE, Warszawa 1996, s. 89.

ograniczenie kosztów transakcyjnych i pożytki zewnętrzne, będące następstwem m.in. stymulowania konkurencyjności w gospodarce oraz podziału i specjalizacji pracy. Transport może bowiem zapewnić rynkom eksterytorialność, co oznacza rozszerzanie asortymentu dostępnych dóbr i usług. Oprócz kosztów transakcyjnych, zmniejsza on także koszty czynników produkcji poprzez zwiększanie ich mobilności². Warunkiem wystąpienia tych, a także innych korzystnych efektów jest sprawny i wydajny system transportowy, pojmowany zarówno jako synergiczna całość, jak również jako zbiór poszczególnych elementów, takich jak np. infrastruktura transportowa, procesy przewozowe lub środki transportu³. Tymczasem, jak zauważa M. Jacyna, nie zawsze wszystkie z tych elementów funkcjonują tak, aby zapewnić optymalną wydajność całego systemu transportowego.

Pomimo licznych korzystnych efektów rozwoju transportu, stopniowo rozszerza się zakres niekorzystnych następstw tego rozwoju. Z badań B. Pawłowskiej, dotyczących identyfikacji i pomiaru kosztów zewnętrznych transportu, wynika, że pomimo wieloletnich doświadczeń krajów wysoko rozwiniętych w zakresie obserwacji tych kosztów nadal istnieją rozbieżności w terminologii i definiowaniu pojęć i zjawisk odzwierciedlających relacje między funkcjonowaniem transportu a otoczeniem⁴. Mimo trudności teoriopoznawczych i metodologicznych dotyczących szacowania kosztów zewnętrznych transportu można stwierdzić, że obciążają one środowisko, a przez to także społeczeństwo. Koszty te przyczyniają się również do spadku konkurencyjności gospodarki⁵.

Niekorzystne efekty rozwoju transportu są konsekwencją m.in. rosnącej popularności transportu samochodowego, który jest najmniej przyjazny środowisku oraz zdrowiu i życiu człowieka. Bezpośrednie oraz pośrednie koszty zewnętrzne usług przewozowych coraz częściej analizowane są przez pryzmat zagrożeń o charakterze globalnym. Z punktu widzenia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej szkodliwe oddziaływanie transportu na środowisko przejawia się w nieracjonalnym

2 K. Florys, *Transport a racjonalne gospodarowanie energią*, Projekt finansowany ze środków Unii Europejskiej i Biura Edukacji Miasta Stołecznego Warszawy, http://www.ceo.org.pl/sites/default/files/newsfiles/transport_a_racjonalne_gospodarowanie_energia_krzysztof_florys.pdf [dostęp 07.02.2015].

3 M. Ciesielski, *Transport w logistyce*, [w:] *Kompendium wiedzy o logistyce*, red. E. Gołębska, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa–Poznań 1999, s. 105; M. Jacyna, *Modelowanie i ocena systemów transportowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej Warszawa 2009, s. 25.

4 B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój transportu na tle współczesnych procesów społeczno-gospodarczych*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013, s. 289.

5 M. Paradowska, *Rozwój zrównoważonych systemów transportowych polskich miast i aglomeracji w procesie integracji z Unią Europejską – przykład aglomeracji wrocławskiej*, Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2011, s. 13.

gospodarowaniu zasobami energii oraz w generowaniu emisji CO₂. Za główną przyczynę powstawania tych emisji uznaje się bardzo wysoki udział surowców ropopochodnych w zaspokajaniu potrzeb energetycznych transportu.

Ważną rolę w rozwoju transportu niskoemisyjnego UE, z uwagi na możliwość substytucji ropy naftowej, przypisuje się stosowaniu paliw alternatywnych. W perspektywie długookresowej wykorzystanie tych paliw w transporcie samochodowym państw UE może się bowiem przyczynić nie tylko do ograniczenia emisji CO₂ przez ten transport, ale także do poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych. Użytkowanie paliw alternatywnych stanowi także szansę na poprawę jakości powietrza, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, co w konsekwencji służy ochronie zdrowia ludzkiego.

3.2. Kierunki działań na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego

3.2.1. Identyfikacja obszarów dekarbonizacji transportu

Wizja dalszego rozwoju systemu transportowego, przedstawiona w *Białej Księdze...*⁶, obejmuje szereg postulatów, wśród których z uwagi na podjęty problem badawczy szczególnie istotne są te, które określają kierunki działań na rzecz dekarbonizacji transportu. Uznając zasadność rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i dążąc do realizacji założonych celów, KE podkreśliła, że przejście na gospodarkę niskoemisyjną nie może dokonać się bez zdecydowanych działań w transporcie.

Przeprowadzona przez KE analiza kosztów i efektów dekarbonizacji transportu⁷ pozwala stwierdzić, że transport to jedyny sektor gospodarki, w którym nawet w perspektywie długoterminowej nie uda się obniżyć emisji CO₂ do zera. Do 2050 r. możliwy do osiągnięcia ogólny poziom emisji CO₂ pochodzących z transportu ma być niższy o ok. 60% w po-

6 *Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 109 wersja ostateczna, Bruksela 2011.

7 Commission Staff Working Document *Impact assessment*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 288 final, Brussels 2011.

równaniu z poziomem z roku 1990 (tabela 9). Natomiast w perspektywie średniookresowej ograniczenie emisji CO₂ w transporcie ma wynieść ok. 20% w stosunku do wielkości tych emisji z 2008 r. Biorąc jednak pod uwagę znaczny wzrost emisji CO₂ w transporcie w ciągu ostatnich 20 lat, emisje te byłyby i tak o 8% wyższe niż w 1990 r.

Chcąc w pełni wykorzystać rynek wewnętrzny i przyczynić się do osiągnięcia kluczowych celów polityki transportowej w zakresie redukcji emisji CO₂ przez transport, opracowano strategię działań, wynikającą z założonych celów indykatorywnych. Przyjęta docelowa ścieżka dekarbonizacji transportu w UE zawiera propozycje i koncepcje rozwiązań systemowych służące rozwojowi gospodarki niskoemisyjnej.

Przedstawiony w tabeli 9 przegląd celów w zakresie redukcji emisji CO₂ pokazuje poziomy emisji tego gazu w transporcie przy uwzględnieniu rozwiązań technicznych, organizacyjnych oraz uwarunkowań behawioralnych. Osiągnięcie zakładanych poziomów redukcji będzie możliwe przez podjęcie takich działań, jak⁸:

- rozwój i wprowadzanie nowych paliw oraz systemów napędowych zgodnych z zasadą rozwoju zrównoważonego;
- optymalizacja funkcjonowania multimodalnych łańcuchów logistycznych, m.in. poprzez wzrost wykorzystania bardziej energooszczędnych środków transportu;
- wydajne korzystanie z transportu i infrastruktury transportowej dzięki zastosowaniu systemów informacyjnych i komunikacyjnych oraz zaawansowanych środków logistycznych i rynkowych.

Działania te wskazują, że racjonalizacja zużycia energii w transporcie jest ukierunkowana na wypracowanie nowej koncepcji mobilności, której towarzyszyć ma szereg nowych technologii oraz zachowań. Warto zauważyć, że trajektoria rozwoju transportu niskoemisyjnego nie jest jednak prostą sumą określonych działań, ale powstała w wyniku interakcji i synergii koncepcją rozwiązań, zwiększającą konkurencyjność niskoemisyjnej gospodarki (rysunek 14). Warunkiem zaistnienia tych oraz wielu innych pożądanых zjawisk jest sprawny i efektywny system transportowy pojmowany zarówno jako całość, ale też jako zbiór poszczególnych elementów, takich jak infrastruktura, procesy przewozowe czy środki transportu⁹. Tymczasem nie zawsze wszystkie ze składników systemu funkcjonują tak, aby zapewnić optymalną wydajność całości.

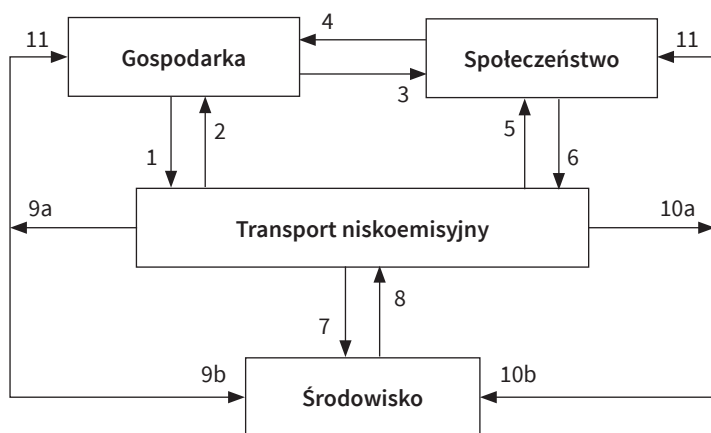
8 Commission staff working paper. *Impact assessment. Accompanying document to the White Paper roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, SEC(2011) 358 final, Brussels 2011; *Biała Księga. Plan utworzenia...*, s. 9–10.

9 M. Ciesielski, *Transport...*, s. 105; M. Jacyna, *Modelowanie i ocena...*, s. 25.

Tabela 9. Przegląd celów w zakresie dekarbonizacji transportu w UE do 2050 r.

Cel		Jednostka	Rok bazowy		Rok docelowy		Źródło
			rok	wartość	rok	wartość	
Cele kluczowe	Redukcja emisji CO ₂ (łącznie z lotnictwem, a z wyłączeniem transportu morskiego)	Mt CO ₂	2008	1 117	2030	918 (-20%)	<i>Biała Księga</i> KOM(2011) 144
			1990	852	2050	334 (-60%)	
	Redukcja emisji CO ₂ z morskich paliw płynnych	Mt CO ₂	2005	166	2050	99,8 (-40%)	
Cele indykatywne	Zwiększenie wykorzystania zrównoważonego paliwa niskoemisyjnego w lotnictwie	%	–	–	2050	40%	
	Przeniesienie drogowego transportu ładunków na odległościach większych niż 300 km na inne bardziej ekologiczne środki transportu	%	–	–	2030	30%	
			–	–	2050	>50%	
	Zwiększenie udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii w transporcie	%	2010	4,81%	2020	10%	Dyrektywa RED 2009/28/WE; Dyrektywa 2015/1513/UE
	Dekarbonizacja paliw stosowanych w transporcie samochodowym obejmująca cykl życia produktu	%	2010	–	2020	6–10%	Dyrektywa FQD 2009/30/WE
	Ograniczenie emisji dla nowych samochodów osobowych	gCO ₂ /km	2010	135,7	2015	130	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/0190 (COD) C7-0184/12; KOM(2012) 393
					2020	95	
	Ograniczenie emisji dla nowych lekkich samochodów dostawczych	gCO ₂ /km	2011	181,4	2017	175	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/0191 (COD) C7-0185/12; KOM(2012) 394
					2020	147	
	Redukcja zużycia ropy naftowej	mln TJ	2008	17,3	2050	5,2 (-70%)	Impact assessment. Accompanying document to the White Paper, SEC(2011) 358

Źródło: opracowano na podstawie *Focusing on environmental pressures from long-distance transport*, TERM 2014. *Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, EEA Report, 2014, no. 7, s. 13–15, 86.



1 – dostęp do infrastruktury, zmiana cen nośników energii, 2 – zmiany w funkcjonowaniu rynków, zmiana PKB, 3 – promowanie zachowań prośrodowiskowych, 4 – kapitał ludzki, 5 – mobilność, dostępność transportu, 6 – zmiany behawioralne, 7 – zmiana potrzeb paliwowych, zmiana emisji GHG i zanieczyszczeń przemysłowych, 8 – nowe zasoby surowców energetycznych/ nowe źródła energii, 9a i 9b – interakcje powodujące zajęcia terenu i degradację krajobrazu, 10a i 10b – kongestia i wypadki jako efekt interakcji, 11 – zmiana stanu środowiska.

Rysunek 14. Relacje między gospodarką, społeczeństwem, środowiskiem i transportem niskoemisyjnym

Źródło: opracowano na podstawie U. Motowidlak, *Przegląd działań w zakresie poprawy efektywności paliwowej i redukcji emisji CO₂ pojazdów ciężarowych*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2015, nr 6, s. 23.

Plan stworzenia wydajnego i konkurencyjnego systemu transportowego, który przedstawiono w przywołanej *Białej Księdze...*, obejmuje 40 inicjatyw. Zmniejszenie emisji CO₂ w transporcie można osiągnąć poprzez kombinację wybranych działań zaproponowanych dla poszczególnych inicjatyw, co przedstawiono w tabeli 10. Realizacja tych działań wymaga pakietu skutecznych i dostępnych instrumentów oraz inicjatyw. Należy podkreślić, iż działania mające na celu dalszą dekarbonizację transportu mogą przyczyniać się do zwiększenia konkurencyjności poszczególnych państw członkowskich UE lub pogłębiać peryferyzację niektórych z nich. Stąd istnieje konieczność godzenia budowy transportu niskoemisyjnego w UE z celami wynikającymi ze Strategii Zrównoważonego Rozwoju, poprzez szukanie selektywnych i optymalnych rozwiązań na poziomie międzynarodowym i krajowym.

Tabela 10. Główne działania na rzecz redukcji emisji CO₂ w transporcie

Obszar działania	Działania/środki
Obniżenie transporto- chłonności gospodarki	Zintegrowane planowanie przestrzenne i poprawa w zakresie transportu publicznego
	Prace nad zmianami w użytkowaniu gruntów
	Szersze zastosowanie norm dotyczących CO ₂
	Opłaty za korzystanie z infrastruktury transportowej
	Skuteczne systemy cenowe i opodatkowania w transporcie
Usprawnienie istniejącej sieci i przesunięcie pracy transportowej na rzecz mniej energochłonnych gałęzi transportu	Zapewnienie skutecznego dostępu do infrastruktury kolejowej
	Rozwój transportu intermodalnego
	Stworzenie ram sprzyjających optymalizacji rozwoju rynku wewnętrznego transportu wodnego śródlądowego
	Zniesienie barier w żegludze morskiej bliskiego zasięgu
	Rozwój niskoemisyjnego transportu w miastach i przejście na bez-emisyjną logistykę miejską
Poprawa efektywności energetycznej pojazdów i zwiększenie udziału pa- liw alternatywnych w za- potrzebowaniu energe- tycznym transportu	Wprowadzenie uregulowań w zakresie ochrony środowiska do pra- wa zamówień publicznych na rzecz: • promowania pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu przy zakupie pojazdów transportu drogowego • uwzględniania wpływu stosowanych źródeł energii na środowisko naturalne podczas całego cyklu użytkowania pojazdu
	Rozwój nowych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych w zakre- sie poprawy sprawności energetycznej pojazdów
	Zwiększenie wykorzystania energii przyjaznej środowisku, nowych paliw i układów napędowych, w tym biopaliw II i III generacji
	Rozwój infrastruktury paliw alternatywnych
	Zastosowanie napędu elektrycznego
	Zastosowanie pojazdów z napędem hybrydowym
	Lepsze wykorzystanie sieci transportowej dzięki systemom infor- macyjnym i komunikacyjnym np. inteligentne systemy transporto- we (IST)
	Wsparcie dla wprowadzenia na rynek opon o wysokiej wydajności energetycznej
	Promowanie zasad ekologicznego stylu jazdy
	Wsparcie działań promujących upowszechnianie pojazdów z alter- natywnymi źródłami napędu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ekspertyza pt. „Poprawa efektywności energetycznej transportu w Polsce – analiza dostępnych środków i propozycje działań”*, wykonana dla Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Departament Polityki Transportowej i Współpracy Międzynarodowej, ECORYS Polska Sp. z o.o., Warszawa 2012, s. 25–34; *Accompanying the White Paper – roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, SEC(2011) 391 final, Brussels 2011, s. 44–143.

Działania na rzecz obniżenia emisji CO₂ generowanych przez transport UE koncentrują się głównie na wykorzystaniu instrumentów zwiększających innowacyjność rozwiązań technicznych w zakresie podniesienia efektywności i racjonalności użytkowania energii w transporcie. Pakiet dostępnych instrumentów wzbogacają instrumenty prawne, planistyczne, ekonomiczne, organizacyjne oraz edukacyjne¹⁰. Należy jednocześnie zaznaczyć, że szczegółowa ocena wpływu wyżej wymienionych instrumentów na zwiększenie koordynacji przyjętych działań w transporcie w perspektywie do 2050 r. wymagałaby głębszych badań i analiz, co wykraczałoby poza ramy niniejszej rozprawy. Stąd w dalszej jej części, mając na względzie przedmiotowy i podmiotowy zakres badań, skoncentrowano się na niskoemisyjnym transporcie samochodowym.

Analiza strategicznych dokumentów UE oraz raportów i opracowań dotyczących prognoz rozwoju transportu prowadzi do wniosku, że najważniejszym czynnikiem umożliwiającym zahamowanie dynamiki wzrostu emisji CO₂, a następnie jej odwrócenie w perspektywie średnioterminowej, będzie dalsza poprawa efektywności paliwowej. Pojazdy muszą więc zwiększyć swoją sprawność energetyczną, a zużywanie „mniejszej ilości” energii będzie równie ważne jak zużywanie energii „przyjaznej środowisku”¹¹. Optymalizacji wszystkich przejazdów pod kątem zużycia energii ma służyć m.in. zwiększenie współczynników obciążenia, systematyczne stosowanie najbardziej efektywnych rodzajów transportu oraz bardziej zintegrowane podejście do zagospodarowania gruntów i planowania transportu¹².

Dążąc do poprawy efektywności energetycznej transportu, za istotny należy uznać cel zmniejszenia o połowę liczby samochodów o napędzie konwencjonalnym¹³ w transporcie miejskim do 2030 r. oraz eliminację tych samochodów z miast w perspektywie do 2050 r., co ma przyczynić się do ograniczenia zależności transportu od ropy naftowej. Bardziej ekologiczny transport w miastach będzie bowiem zyskiwał na znaczeniu.

10 Zob. więcej: U. Motowidlak, *Analiza strategii rozwoju transportu na rzecz redukcji emisji CO₂*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2015, nr 42, s. 73–74.

11 *Accompanying the White Paper – roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, SEC(2011) 391 final, Brussels 2011, s. 32.

12 *Ekspertyza pn. Poprawa efektywności energetycznej transportu w Polsce – analiza dostępnych środków i propozycje działań*, wykonana dla Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Departament Polityki Transportowej i Współpracy Międzynarodowej, ECORYS Polska Sp. z o.o., Warszawa 2012, s. 27.

13 „Samochód o napędzie konwencjonalnym” oznacza pojazd, w którym zastosowano niehybrydowe silniki spalinowe. Zob. *Biała Księga...*, s. 9.

Według danych Europejskiego Urzędu Statystycznego, w 2012 r. obszary miejskie zamieszkiwało 41% mieszkańców UE, 35% zasiedlało obszary miejsko-wiejskie, a 23% ludności przebywało na terenach wiejskich¹⁴. Ponadto z prognoz wynika, że odsetek osób zamieszkujących obszary miejskie i miejsko-wiejskie w UE wzrośnie łącznie do 80% w 2030 r. i odpowiednio do 84% w 2050 r.¹⁵ Biorąc pod uwagę, że w dzisiejszych czasach samochód osobowy to najpopularniejszy środek transportu, projektowanie transportu zrównoważonego w miastach jest więc jednym z największych wyzwań. Wielofunkcyjność samochodu osobowego zadecydowała o jego popularności, jednak poza wieloma pozytywnymi cechami posiada ona pewną zasadniczą wadę. Samochód osobowy rzadko jest bowiem optymalnym środkiem transportu pod względem efektywności energetycznej.

Badania ruchu pojazdów przeprowadzone przez badaczy nowozelandzkich Ch. Sullivana i C. O'Fallon dla różnych miast (np. miast aglomeracji Nowej Zelandii oraz Zjednoczonego Królestwa) wykazały, że 61% badanych samochodów osobowych „woziło” tylko kierowcę. W przypadku dojazdów do pracy i wyjazdów służbowych odsetek ten wynosił 86%¹⁶. W najbliższych dziesięcioleciach z uwagi m.in. na rosnące koszty energii transport nie może dalej opierać się na wielofunkcyjnych samochodach osobowych. Ograniczenie zużycia energii w transporcie można osiągnąć np. przez zachęcanie do stosowania mniejszych, lżejszych i bardziej wyspecjalizowanych pojazdów pasażerskich, zmieniając tym samym obowiązujące trendy w motoryzacji indywidualnej. W sprzedaży dominują bowiem większe, mocniejsze i bardziej komfortowe samochody, które na przejechanie jednostkowego odcinka drogi wymagają większej ilości energii i „konsumują” przez to rezultaty poprawy efektywności energetycznej silników¹⁷.

Skutecznym sposobem ograniczenia zużycia energii i dekarbonizacji transportu jest wprowadzenie wiążących norm poziomu emisji CO₂ dla

14 <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> [dostęp 06.05.2014].

15 J.P. Rodrigue, T. Notteboom, *Transport costs*, [w:] *The Geography of Transport Systems*, ed. J.P. Rodrigue, Routledge, New York 2013.

16 Ch. Sullivan, C.O'Fallon, *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. The 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1–3 October 2003, za: E. Dobrzyńska, *Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej*, http://www.zneiz.pb.edu.pl/data/magazine/article/98/2.1_dobrzynska.pdf [dostęp 27.11.2013].

17 U. Motowidlak, *Trends in the transport sector as a manifestation of paradox Jevons'a*, SDS 2014 – Sustainable Development Symposium. 4th Annual European Postgraduate Symposium – Pan-European University of Bratislava, 2014., <http://www.sustainability.sk/> [dostęp 19.02.2014].

nowych samochodów osobowych i nowych lekkich pojazdów dostawczych. Dobrze zaprojektowana interwencja publiczna, która okazała się skuteczna w przypadku obowiązujących w UE standardów emisji spalin (norma Euro 1-6), pozwoliła na określenie warunków osiągnięcia założonych do 2020 r. celów emisji CO₂ dla nowych pojazdów. W złożonym w 2012 r. wniosku KE założyła zmniejszenie średnich emisji CO₂ przez nowe samochody osobowe z 135,7 g CO₂/km w 2011 r. do 95g w 2020 r.¹⁸ Natomiast emisje CO₂ z samochodów dostawczych mają się zmniejszyć z 181,4 g CO₂/km w 2010 r. do 147 g CO₂/km w 2020 r.¹⁹ Należy jednocześnie zauważyć, że wdrożenie norm ograniczających emisje CO₂ dla nowych samochodów jest spójne z normami określającymi docelową wartość zużycia paliwa wynoszącą 5,3 l/100 km²⁰ w 2015 r. i 3,8 l/100 km²¹. W 2020 r., według autorów powyższego wniosku, wdrożenie tych norm spowoduje spadek zużycia paliwa przez nowe samochody osobowe o prawie 30% do 2020 r.

Przyjęte przez KE obowiązkowe normy emisji CO₂ dla pojazdów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych przyniosły już wymierne efekty. Zaliczyć do nich można m.in. zmniejszenie poziomu emisji CO₂, poprawę jakości powietrza w miastach oraz zwiększenie możliwości dostępu do coraz bardziej innowacyjnych, paliwooszczędnych pojazdów²². Obecnie znormalizowane metody pomiaru emisji CO₂ pojazdów ciężarowych w UE nie są stosowane. Przejrzystość rynku w tym zakresie jest więc niewystarczająca. W związku z powyższym KE przedstawiła po raz pierwszy w maju 2014 r. niezbędne działania priorytetowe mające przyczynić się do obniżenia emisji GHG generowanych przez samochody ciężarowe. Opracowana strategia ukierunkowana jest przede wszystkim na działania krótkoterminowe. Działania te skupiają się głównie na opracowaniu wspólnych metod pomiaru, monitorowaniu oraz rejestrowaniu emisji CO₂ pojazdów ciężarowych określanych jako HDV (ang. *Heavy Duty Vehicles*). Przewiduje się, że wśród przyszłych rozwiązań czołowe miejsce zajmą limity emisji CO₂ dla nowo rejestrowanych pojazdów HDV.

18 Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenie (WE) nr 443/2009 w celu określenia warunków osiągnięcia docelowego zmniejszenia emisji CO₂ z nowych samochodów osobowych przewidzianego na 2020 r., KOM(2012) 393 wersja ostateczna, Bruksela 2012.

19 Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenie (UE) nr 510/2011 w celu określenia warunków osiągnięcia docelowego zmniejszenia emisji CO₂ z nowych lekkich pojazdów dostawczych przewidzianego na 2020 r., KOM(2012) 394 wersja ostateczna, Bruksela 2012.

20 Średnia dla benzyny (5,6 l/100 km) i oleju napędowego (6,0 l/100 km).

21 Średnia dla benzyny (4,1 l/100 km) i oleju napędowego (3,6 l/100 km).

22 U. Motowidlak, *Polityka Unii Europejskiej na rzecz zwiększenia efektywności ekonomicznej i środowiskowej transportu. Cz. 2. Dekarbonizacja transportu*, „Logistyka” 2014, nr 3, s. 4515–4523.

W perspektywie długoterminowej natomiast rozważany jest wariant objęcia transportu samochodowego unijnym systemem handlu uprawnieniami do tych emisji²³.

Realizacja przyjętych celów w zakresie redukcji emisji CO₂ oraz poprawy efektywności energetycznej pojazdów wymaga wiarygodnych i porównywalnych informacji, przekazywanych użytkownikom końcowym na temat oszczędności o charakterze ekonomicznym i środowiskowym, jakie mogą uzyskać z tytułu użytkowania nowych samochodów. Wprowadzenie etykiety bezwzględnej i obowiązku oznakowania pojazdów pod kątem emisji CO₂, na podstawie wyliczeń zgodnych z zasadą cyklu życia produktu, może, zdaniem KE, zachęcać konsumentów do szerszego korzystania z pojazdów niskoemisyjnych.

Duży potencjał oszczędności energii tkwi również w ogumieniu pojazdów. Ze względu na swój opór toczenia opony odpowiadają za 20–30% zużycia paliwa przez pojazdy. Dlatego też zmniejszenie tego oporu może w znaczący sposób przyczynić się do zwiększenia efektywności energetycznej transportu samochodowego²⁴. Poprawie wskaźników efektywności energetycznej w transporcie mają dodatkowo służyć ograniczenia prędkości oraz promowanie ekologicznego stylu jazdy. Również wykorzystanie rozwiązań technologicznych i organizacyjnych w transporcie publicznym oraz towarowym można uznać za istotne działania w procesie rozwoju niskoemisyjnego transportu.

Strategiczne podejście UE do dekarbonizacji transportu i stopniowej substytucji ropy naftowej przez alternatywne nośniki paliw i energii oparte zostało na jednoczesnej realizacji celów w zakresie poprawy standardów sprawności energetycznej pojazdów oraz redukcji emisji CO₂ pochodzących ze spalania paliw transportowych²⁵. Od lat UE konsekwentnie podkreśla wagę tego połączenia. Przykładem takiej synergii mogą być przepisy unijne ograniczające emisje CO₂ samochodów osobowych i dostawczych, które skłaniają przemysł do opracowywania coraz bardziej opłacalnych ekonomicznie technologii wykorzystujących paliwa alternatywne o niskiej emisji CO₂.

23 U. Motowidlak, *Przegląd działań w zakresie poprawy efektywności paliwowej i redukcji emisji CO₂ pojazdów ciężarowych*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2015, nr 6, s. 27.

24 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1222/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie etykietowania opon pod kątem efektywności paliwowej i innych zasadniczych parametrów, s. 1.

25 *Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013, s. 3–4.

3.2.2. Paliwa alternatywne jako niskoemisyjne źródła energii dla pojazdów samochodowych

Paliwa alternatywne w zaopatrzeniu transportu w energię definiowane są jako te paliwa lub źródła energii, które przynajmniej częściowo stanowią substytut źródeł energii pochodzących z surowej ropy naftowej i mogą potencjalnie przyczynić się do dekarbonizacji transportu. Obejmują one m.in. energię elektryczną, wodór, biopaliwa produkowane w sposób zrównoważony, paliwa syntetyczne i parafinowe, biometan, skroplony gaz ziemny (ang. *Liquefied Natural Gas*, LNG), sprężony gaz ziemny (ang. *Compressed Natural Gas*, CNG) oraz płynny gaz ropopochodny (ang. *Liquefied Petroleum Gas*, LPG)²⁶.

W opinii KE wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie w perspektywie średniookresowej ma się przyczynić do zwiększenia do 10% udziału energii ze źródeł odnawialnych w koszyku paliw dla transportu, oraz przynajmniej 6% redukcji emisji CO₂ w całym cyklu życia paliwa (ang. *Well to Wheel*, WTW)²⁷. Poza redukcją emisji CO₂ stosowanie tych paliw wpłynie także korzystnie na zdolność obszarów miejskich do spełnienia unijnych zobowiązań w zakresie jakości powietrza.

Unia Europejska w strategii zaspokajania długoterminowych potrzeb energetycznych wszystkich rodzajów transportu przyjęła założenie o równomiernym wykorzystaniu wszystkich paliw alternatywnych. Jednak ze względu na zróżnicowaną dostępność i różne koszty tych paliw w poszczególnych rodzajach transportu realizacja tego założenia jest problematyczna. Silna dominacja transportu samochodowego w generowaniu emisji CO₂ przez transport UE przyczyniła się do skoncentrowania uwagi na zwiększeniu dostępności paliw i energii dla tej gałęzi transportu (tabela 11).

Na obecnym etapie rozwoju napędów i paliw alternatywnych, a także infrastruktury niezbędnej do ich stosowania największy zakres substitucji paliw ropopochodnych istnieje w transporcie samochodowym bliskiego zasięgu. Pojazdy realizujące krótkodystansowe przewozy mogą bowiem potencjalnie wykorzystywać wszystkie aktualnie dostępne dla transportu rozwiązania w zakresie paliw alternatywnych. W przypad-

26 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz.Urz. UE L 307/2 z 28.10.2014, s. 10.

27 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.Urz. UE L 239 z 15.09.2015, s. 2, 4.

ku przewozów długodystansowych rozwiązania te nie osiągnęły jeszcze wystarczającego stopnia dojrzałości. Alternatywnymi nośnikami energii, w stosunku do paliw ropopochodnych, stosowanymi w realizacji tych przewozów mogą być biopaliwa, LPG i CNG.

Tabela 11. Główne paliwa alternatywne dla poszczególnych gałęzi transportu

Paliwo		Samochodowy- -pasażerski			Samochodowy- -towarowy			Lotniczy	Kolejowy	Wodny		
		zasięg przestrzenny			zasięg przestrzenny					śró- lądowy	morski bliski	morski daleki
		krótki	średni	daleki	krótki	średni	daleki					
LPG												
Gaz ziemny	LNG											
	CNG											
Energia elektryczna												
Biopaliwa płynne												
Wodór												

Uwaga: pole zacienione wskazuje na dostępność danego paliwa.

Źródło: *Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013, s. 5.

Najbardziej zaawansowanymi pod względem badań i rozwoju oraz aktualnie najbardziej popularnymi rozwiązaniami w zakresie źródeł zaopatrzenia transportu samochodowego w energię są biopaliwa. Zgodnie z definicją zawartą w dyrektywie 2009/28/WE w sprawie promowania i stosowania energii z tych źródeł²⁸ do biopaliw płynnych zalicza się pali-

28 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.Urz. UE L 140 z 05.06.2009, s. 16.

wa ciekłe lub gazowe, produkowane z udziałem biomasy²⁹, np. bioetanol, bioestry, biogaz, biometanol, bio-DME, bio-ETBE, bio-MTBE, biopaliwa syntetyczne, oleje roślinne i biobutanol.

Technologie OZE mają przyczynić się do ograniczenia emisji CO₂ w transporcie samochodowym oraz poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych. Zgodnie z zapisami dyrektywy 2009/28/WE wykorzystanie biopaliw ograniczają wymogi prawne dotyczące przestrzegania ram regulacyjnych określających kryteria zrównoważonej ich produkcji. Kryteria te obejmują przede wszystkim standardy społeczne i środowiskowe, których naruszenie prowadzi do wielu negatywnych efektów, takich jak np. wylesianie, zagrożenie dla zaopatrzenia w wodę, monokultury, konkurencja o tereny rolnicze. Aby uniknąć tych efektów, w przywołanej powyżej dyrektywie określone zostały wymogi, jakie muszą być spełnione przy wyborze źródeł i pozyskiwaniu surowców do produkcji biopaliw, a także wymogi dotyczące poziomów redukcji emisji CO₂ dzięki ich wykorzystaniu³⁰. Ponadto wymogi te powinny być realizowane w sposób efektywny oraz mieć trwały charakter.

Surowce do produkcji biopaliw, zgodnie z kryteriami rozwoju zrównoważonego, nie mogą być pozyskiwane z terenów mających w styczniu 2008 r. lub okresach późniejszych status obszarów o wysokiej wartości bioróżnorodności. Jednocześnie na terenach tych muszą być spełnione minimalne wymogi dotyczące stosowania zasad dobrej kultury rolnej, sprzyjających ochronie środowiska³¹. Kierując się wspomnianymi kryteriami, ustalono, że redukcja emisji CO₂ w wyniku stosowania biopaliw w porównaniu z analo-

29 Biomasa to ulegająca biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich. Za: *ibidem*, s. 27.

30 Państwa członkowskie UE zostały zobowiązane do wprowadzenia w życie do 5 grudnia 2010 r. przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych dotyczących wykonania dyrektywy 2009/28/WE. Informacje dotyczące aktualnych postępów w zakresie przestrzegania kryteriów rozwoju zrównoważonego w odniesieniu do biopaliw w tych państwach przedstawiono w rozdziale 4.

31 Rozporządzenie (UE) nr 1310/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające niektóre przepisy przejściowe w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 1305/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie środków i ich rozdziału w odniesieniu do roku 2014, a także i zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 oraz rozporządzenia (UE) nr 1307/2013, (UE) nr 1306/2013 i (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie ich stosowania w roku 2014, Dz.Urz. UE L 347 z 20.12.2013, s. 865.

gicznymi emisjami wynikającymi ze stosowania paliw kopalnych, nie może być niższa niż 35%, a od 1 stycznia 2017 r. nie niższa niż 50%³². Dla instalacji, które rozpoczną produkcję 1 stycznia 2017 r. lub później, redukcja ta od 1 stycznia 2018 r. musi osiągnąć poziom przynajmniej 60%³³.

Przestrzeganie kryteriów zrównoważonej produkcji biopaliw transportowych warunkuje możliwość wliczania ich wykorzystania na poczet realizacji narodowych celów wskaźnikowych (NCW) oraz korzystania z krajowych systemów wsparcia ich produkcji. Zatem spełnienie tego wymogu podlega kontroli i certyfikacji, przy czym certyfikacja dotyczy biopaliw produkowanych w UE oraz importowanych i realizowana jest na poziomie krajowym lub na podstawie dobrowolnych systemów zatwierdzonych przez KE³⁴. Na koniec 2014 r. w państwach członkowskich UE zatwierdzono 19 programów, których realizacja gwarantuje przestrzeganie zasad rozwoju zrównoważonego w procesie wytwarzania biopaliw³⁵. Jednym z tych programów jest polski system certyfikacji zrównoważonej produkcji biopaliw i biopłynów noszący nazwę „System KZR INiG”³⁶.

Obecnie najszerzej stosowanymi biopaliwami płynnymi w transporcie samochodowym państw członkowskich UE są bioetanol i biodiesel. Bioetanol jest paliwem alkoholowym pozyskiwanym z organicznych źródeł odnawialnych. Może on być stosowany do zasilania silników o zapłonie iskrowym jako samodzielne paliwo lub jako dodatek do benzyn. Bioetanol 95% zawiera znikome ilości wody i może być użyty jako substytut benzyny w specjalnie przystosowanych do jego spalania silnikach. Częściej jednak bioetanol w postaci bezwodnego etanolu 99% jest stosowany jako dodatek do benzyn w proporcjach od 5 do 85% objętości paliwa. Paliwa te określane są wówczas odpowiednio jako E5, E85 lub E100. W większości państw członkowskich UE biopaliwo do pojazdów samochodowych z silnikami wysokoprężnymi stanowi głównie olej napędowy z 7% dodatkiem metylowych estrów kwasów tłuszczowych.

32 Dla instalacji produkujących biopaliwa działających 23 stycznia 2008 r. wymóg ten zaczął obowiązywać od 1 kwietnia 2013 r.

33 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. ..., s. 36–37.

34 W Polsce zasady kontroli i certyfikacji określa Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 12 maja 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych, Dz.U., poz. 775 z 10 czerwca 2015, s. 13, 17.

35 *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union*, Final Report, DG Move, COWI 2015, s. 30.

36 Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy opracował system certyfikacji zrównoważonej produkcji biopaliw i biopłynów „System KZR INiG”. System ten został zatwierdzony przez KE decyzją nr 2014/325/UE z dnia 3 czerwca 2014 r., <http://www.haccp-polska.pl/documents/ulotka-kzr-inig.pdf> [dostęp 15.10.2015].

W celu realizacji założeń dotyczących redukcji emisji CO₂ w transporcie samochodowym, w państwach członkowskich UE stopniowo zwiększany jest udział biokomponentów w benzynie i oleju napędowym (tabela 12). Dotychczasowe paliwo E5 zastąpione zostało bardziej bogatym w biokomponenty paliwem E10, którego sprzedaż rozpoczęto we Francji w 2009 r. Od 2011 r. paliwo E10 jest dostępne także m.in. w Finlandii i Niemczech. W Polsce, zgodnie z nowelizacją ustawy o monitorowaniu i kontrolowaniu jakości paliw oraz o biokomponentach i biopaliwach, limit dodatku bioetanolu do benzyny zwiększony został z 5 do 10%. Jednocześnie do końca 2020 r. wprowadzono okres przejściowy, w którym będzie możliwa równoległa sprzedaż benzyny E5 i E10³⁷. Mieszanki paliwowe z 85% udziałem bioetanolu wprowadzono do sprzedaży we Francji, Austrii, Niemczech, Szwecji i Polsce. Paliwo z tak dużą zawartością bioetanolu jest przeznaczone dla odpowiednio przystosowanych do jego właściwości pojazdów samochodowych.

Inicjatywy państw członkowskich UE w zakresie upowszechniania stosowania biopaliw w transporcie samochodowym wskazują na dążenie do zwiększenia udziału biokomponentów w oleju napędowym. Biodiesel z 20% i 30% domieszką biokomponentów do zasilania silników pojazdów samochodowych wprowadzono w Polsce, Francji i Czechach. Popyt na te paliwa w tych krajach jest jednak stosunkowo mały. Niewielkim popytem cieszyły się też biopaliwa oparte w 100% na metylowych estrach kwasów tłuszczowych, które wprowadzono w Niemczech do sprzedaży w 2006 r.

Mieszanki paliwowe zawierające kilkuprocentowe udziały bioetanolu lub metylowych estrów kwasów tłuszczowych mogą być stosowane w większości pojazdów samochodowych. Systemy ich dystrybucji są powszechnie dostępne w państwach członkowskich UE. Możliwości zastosowania paliw z wyższą domieszką biokomponentów wiążą się jednak z określonymi konsekwencjami. Bioetanol w porównaniu z benzyną cechuje bowiem wyższa liczba oktanowa, co wprawdzie korzystnie wpływa na osiągi większości pojazdów z silnikami o zapłonie iskrowym, ale pogarsza możliwości ich uruchomienia podczas niskich temperatur³⁸. Ponadto niższa wartość opałowa bioetanolu na jednostkę objętości w stosunku do benzyny powoduje, że zużywa się go więcej na każdy przejechany kilometr. Paliwo zawierające znaczne domieszki etanolu (do 85%) może być

37 Ustawa z dnia 10 października 2014 r. o zmianie ustawy o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2014, poz. 1395 z 13.10.2014.

38 M.S. Struś, *Ocena wpływu biopaliw na wybrane właściwości eksploatacyjne silników o zapłonie samoczynnym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012, s. 16–17, 23.

więc stosowane w pojazdach samochodowych z systemem wielopaliwowym, wyposażonych w silniki *flexi-fuel*³⁹. Skonwertowane pojazdy samochodowe wymagają również mieszanek paliwa z większą zawartością biodiesla, które, podobnie jak bioetanol, zwiększają podatność na korozję elementów gumowych, metalowych czy elastomerowych pojazdów, co w konsekwencji skutkuje częstszym ich serwisowaniem⁴⁰.

Tabela 12. Przykłady inicjatyw państw członkowskich UE w zakresie upowszechniania stosowania biopaliw w transporcie samochodowym

Rodzaj	Kraj	Opis
E5	Większość państw członkowskich UE	5% limit dodatku biokomponentów do benzyny Wszystkie pojazdy samochodowe z silnikiem o zapłonie iskrowym
E10	Francja, Finlandia, Niemcy, Polska	10% limit dodatku biokomponentów do benzyny Zdecydowana większość pojazdów samochodowych z silnikiem o zapłonie iskrowym
E85	Austria, Niemcy, Francja, Szwecja, Polska	85% limit dodatku biokomponentów do benzyny Pojazdy samochodowe z systemem wielopaliwowym (ang. <i>Flexible Fuel Vehicle</i> , FFV)
B7	Większość państw członkowskich UE	7% limit dodatku biokomponentów do oleju napędowego Wszystkie pojazdy samochodowe z silnikiem wysokoprężnym
B20	Polska	20% limit dodatku biokomponentów do oleju napędowego Specjalnie przystosowane do zasilania modele pojazdów samochodowych
B30	Francja, Czechy	30% limit dodatku biokomponentów do oleju napędowego Specjalnie przystosowane do zasilania środki transportu publicznego
B100	Niemcy	100% metylowych lub etylowych estrów kwasów tłuszczowych Specjalnie przystosowane do zasilania modele pojazdów samochodowych, głównie ciężarowych

Źródło: opracowano na podstawie *EU renewable energy targets in 2020: Revised analysis of scenarios for transport fuels*, JEC Biofuels Programme. JRC Scenience and Policy Reports, European Commission, 2014, s. 15.

39 W pojazdach samochodowych z systemem wielopaliwowym system sterowania silnikiem automatycznie wykrywa rodzaj stosowanego paliwa i dostosowuje odpowiednio zapłon. Pojazdy te mogą być zasilane bioetanolem E85, 95-oktanową benzyną bezołowiową bądź też mieszkanką obu tych paliw. Na rynku polskim pojazdy te oferują m.in. Ford, Peugeot, Citroen, Volvo. Za: S.W. Kruczyński, M. Kurek, P. Hirsztler, *Analiza procesu spalania etanolu na charakterystyce regulacyjnej składu mieszanki silnika rover 1.4*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów” 2012, nr 1(87), s. 129–130.

40 M. Baranik, T. Łączek, *Właściwości niskotemperaturowe biopaliw zawierających estry metylowe kwasów tłuszczowych, pochodzących z przeróbki tłuszczów zwierzęcych*, „Nafta-Gaz” 2010, nr 11, s. 1057.

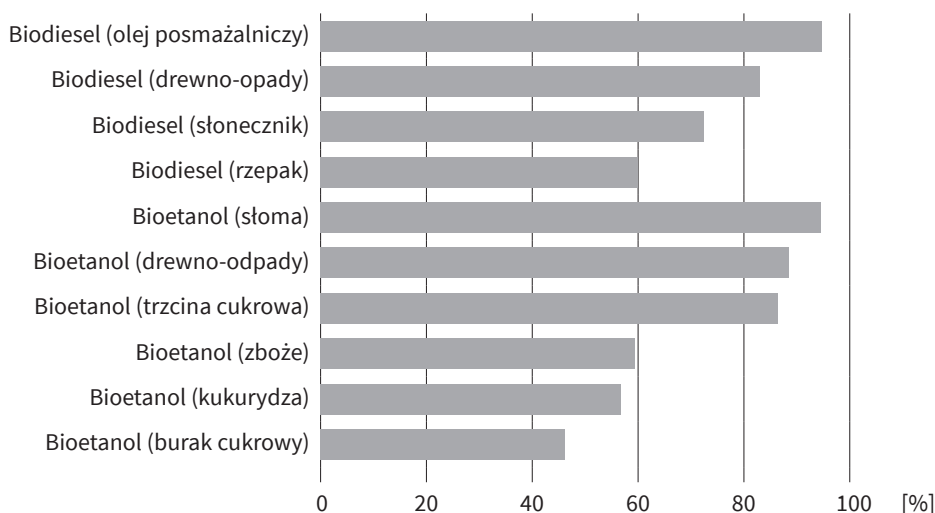
Potencjał stosowania biopaliw transportowych pochodzenia roślinnego jest uzależniony od rodzaju i pochodzenia surowców, użytych do ich produkcji, warunków produkcji, ilości wykorzystanej energii oraz powstających produktów ubocznych. Zakres redukcji emisji CO₂ wyemitowanych w cyklu życia paliwa, określanych WTW (*Well to Wheel*), w przypadku zastąpienia konwencjonalnej benzyny bioetanolom, wytworzonym z wykorzystaniem aktualnie dostępnych metod, może wahać się w granicach od 46% dla bioetanolu wyprodukowanego z buraka cukrowego do 94% dla bioetanolu wyprodukowanego ze słomy⁴¹ (rysunek 15). Największe efekty w zakresie tej redukcji można uzyskać, stosując bioetanol wyprodukowany ze słomy lub z surowca drzewnego, który zaliczany jest do biopaliw II generacji. Biopaliwa te są bardziej wydajne pod względem redukcji emisji CO₂ w stosunku do biopaliw I generacji, jednak ich produkcja na skalę przemysłową nie jest aktualnie powszechna.

Stosowany obecnie w państwach członkowskich UE bioetanol I generacji produkowany jest głównie ze zbóż. Stosowanie tego paliwa transportowego umożliwia redukcję emisji CO₂ o ok. 60%, przy czym ich poziom jest uwarunkowany źródłem pochodzenia energii cieplnej użytej w procesie jego produkcji. Dla bioetanolu wyprodukowanego z pszenicy z wykorzystaniem energii cieplnej uzyskanej ze spalania węgla brunatnego poziom redukcji emisji CO₂ wynosi ok. 51%. Poziom ten zwiększa się do ok. 72%, gdy w procesie produkcji tego bioetanolu wykorzysta się energię cieplną wytworzoną ze spalania gazu ziemnego⁴².

Wraz ze wzrostem wydajności technologii produkcji biodiesla rośnie skala redukcji emisji CO₂ związanych z jego stosowaniem. Biodiesel wytworzony z tłuszczów pochodzących z odzysku pozwala bowiem ograniczyć emisję CO₂ o ok. 95% w całym cyklu jego życia w stosunku do konwencjonalnego oleju napędowego. Mimo wysokiej zdolności do ograniczania emisji CO₂ nie odgrywa on istotnej roli na rynku biopaliw transportowych UE. Na rynku tym dominuje bowiem biodiesel produkowany z oleju rzepakowego, który pozwala na ograniczenie emisji CO₂ o ok. 60% w stosunku do standardowego oleju napędowego.

41 Względne redukcje emisji CO₂ ogółem w cyklu życia wybranych biopaliw w stosunku do benzyny i oleju napędowego wyznaczono na podstawie wartości energetycznych wskaźników emisji CO₂ [g CO_{2eq}/MJ].

42 *Well-to-wheels report version 4.a. JEC well-to-wheels analysis*, JRC Technical Reports, European Commission, 2014, s. 95.



Rysunek 15. Względne redukcje emisji CO₂ ogółem w cyklu życia wybranych biopaliw w stosunku do emisji CO₂ pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Well-to-wheels report version 4.a. JEC well-to-wheels analysis*, JRC Technical Reports, European Commission, 2014, s. 95–99, 105.

Stosowanie mieszanek paliwowych z większą domieszką biopaliw zwiększa potencjał tych mieszanek w zakresie redukcji emisji CO₂ (tabela 13)⁴³. Wielkość tego potencjału dla poszczególnych rodzajów biopaliw transportowych w całym cyklu ich życia uzależniona jest od warunków uprawy roślin służących do ich produkcji, specyfiki produkcji oraz efektów ubocznych procesu produkcyjnego. Największy potencjał redukcji emisji CO₂ tkwi w stosowaniu paliw typu B100, E100 i E85. Potencjał ten nie jest jednak optymalnie wykorzystany ze względu na ograniczony zasięg stosowania tych paliw. Jak wspomniano wcześniej, paliwa te bowiem są przeznaczone dla odpowiednio dostosowanych do ich właściwości pojazdów.

Generalnie, stosowanie biopaliw transportowych pochodzenia roślinnego wpływa korzystnie na redukcję emisji CO₂ generowanych przez transport⁴⁴. Dodatkowo do wykorzystania pozostają produkty uboczne

43 Wartości dodatnie w tabeli 13 oznaczają niekorzystny wpływ paliw na klimat, podczas gdy wartości ujemne świadczą o redukcji emisji CO₂ w wyniku tzw. unikniętych wpływów rozumianych jako emisje CO₂, których udało się uniknąć poprzez wykorzystanie źródła (nośnika) energii.

44 *Renewable energy in Europe – approximated recent growth and knock-on effects*, EEA Technical Report, Luxembourg 2015, no. 1, s. 28–29.

procesu ich produkcji, tj. gliceryna, śruta rzepakowa czy bogate w proteiny pasze dla zwierząt. Wykorzystanie biopaliw transportowych pochodzenia roślinnego przyczynia się ponadto do zmniejszenia emisji tlenku węgla (CO) i toksycznych składników spalin, takich jak benzen i cząstki stałe (PM). Jednak w przypadku nierespektowania kryteriów zrównoważonej produkcji biopaliw istnieje zagrożenie wzrostu emisji tlenków azotu (NO_x) i w konsekwencji negatywnego wpływu na środowisko⁴⁵.

Tabela 13. Poziomy emisji CO_2 wyznaczone dla wybranych biopaliw, benzyny i oleju napędowego stosowanych do napędu pojazdów samochodowych w UE

Rodzaj	WTT (g $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /poj.km)	TTW (g $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /poj.km)	WTW (g $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /poj.km)
B100 (czysty biodiesel)	Od -101 do -22	125	44-103
B7	14-19	120	134-149
E100 (czysty etanol)	Od -127 do 30	146	19-176
E10	16-28	150	166-178
E20	6-28	148	154-176
E85	Od -82 do 29	143	61-172
Benzyna	29	156	185
Olej napędowy	25	120	145

WTT (*Well to Tank*) – emisje od źródła (nośnika) energii do zbiornika (paliwa); TTW (*Tank to Wheel*) – emisje związane z użytkowaniem pojazdu, czyli od zbiornika do koła pojazdu; WTW (*Well to Wheel*) – całkowite emisje w cyklu życia.

Źródło: opracowano na podstawie *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 33.

Gaz ziemny, jako paliwo zasilające silniki pojazdów transportu samochodowego, jest wykorzystywany w postaci sprężonej (CNG) oraz w postaci ciekłej (LNG). Źródłem paliwa gazowego mogą być kopalne surowce energetyczne lub materia organiczna. Skład chemiczny gazu ziemnego jest uzależniony od miejsca jego wydobycia, jednak zwykle głównym jego składnikiem jest metan (CH_4), który stanowi ok. 90% jego objętości. Gaz ziemny może również zawierać znaczące ilości związków siarki, które są usuwane w procesie jego przetwarzania. Wytwarzany w wyniku beztlenowej fermentacji substancji organicznych biometan jest mieszanką, zawiera-

45 Z. Chłopek, J. Lasocki, *Problemy kompleksowej oceny emisji zanieczyszczeń z silników spalinowych i pojazdów samochodowych*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów” 2012, nr 1(87), s. 171.

jącą głównie CH_4 i CO_2 . W celu uzyskania parametrów odpowiadających jakości gazu ziemnego biometan wymaga przetworzenia. Otrzymywany biogaz może być wykorzystywany do napędu pojazdów samochodowych.

Gaz CNG spełnia wszystkie warunki dotyczące wielkości emisji zanieczyszczeń określone w normie Euro 6⁴⁶ (tabela 14). Gaz ten może być stosowany do napędu pojazdów wyposażonych w silniki o zapłonie iskrowym oraz samoczynnym. Wykorzystanie gazu CNG sprzyja lepsze-
mu przygotowaniu mieszanki paliwowej, co jest szczególnie istotne dla poprawy jakości powietrza w aglomeracjach miejskich.

Tabela 14. Wartości graniczne dla europejskich norm emisji zanieczyszczeń oraz wielkość emisji zanieczyszczeń z silników pojazdów samochodowych zasilanych gazem CNG (w g/kWh)

Składniki	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI	Emisje CNG
CO	5,45	4,00	4,00	4,00	0,72
NMHC	0,78	0,55	0,55	0,16	0,00
CH_4	1,60	1,10	1,10	0,50	0,04
NO_x	5,00	3,50	2,00	0,46	0,22
PM	0,16	0,03	0,03	0,01	0,007

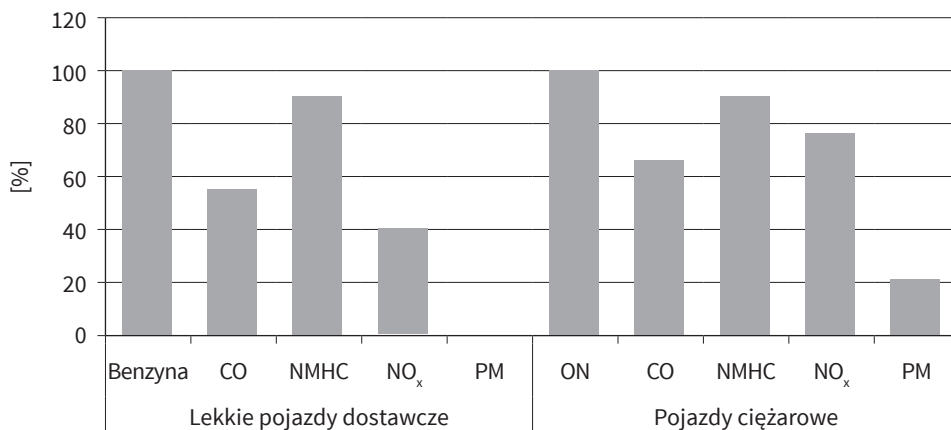
Źródło: opracowano na podstawie M. Kaliski, P. Janusz, A. Szurlej, *Rozwój krajowego rynku CNG na tle państw UE: szanse i zagrożenia*, Konferencja Naukowa, *Paliwo gazowe CNG: ekologia, ekonomia, bezpieczeństwo*, Kraków 2009, s. 14; Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenia (WE) nr 715/2007 i (WE) nr 595/2009 w odniesieniu do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń przez pojazdy drogowe, KOM(2014) 28 final, Bruksela 2014, s. 9.

Zanieczyszczenia emitowane przez silniki napędzane gazem CNG są niższe w porównaniu z zanieczyszczeniami generowanymi przez pojazdy transportu samochodowego zasilane paliwami ropopochodnymi (rysunek 16)⁴⁷. Na jednostkę energetyczną tego gazu przypada bowiem mniej

46 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 r. dotyczące homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężarowych o dużej ładowności (Euro VI) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i obsługi technicznej pojazdów, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 i dyrektywę 2007/46/WE oraz uchylające dyrektywy 80/1269/EWG, 2005/55/WE i 2005/78/WE, Dz.Urz. UE L 188 z 18.07.2009, s. 10.

47 Punktem odniesienia do przedstawionych na rysunku 16 danych były wyniki badań dotyczące pomiaru emisji zanieczyszczeń. Badaniem tym objęto grupę 45 lekkich pojazdów dostawczych oraz grupę 30 pojazdów ciężarowych, które spełniały wymagania norm Euro 3, Euro 4 oraz Euro 5. Zob. więcej: M. Nijboer, *The contribution of natural gas vehicles to sustainable transport*, IEA, 2011, s. 26–33.

związków węgla niż w przypadku jakiegokolwiek innego paliwa pochodzenia kopalnego. Powstające w wyniku spalania tego gazu emisje CO są o ok. 45% mniejsze w stosunku do emisji pochodzących ze spalania benzyny i o ok. 35% mniejsze w relacji do oleju napędowego.



CO – tlenek węgla; NMHC – węglowodory niemetanowe; NO_x – tlenek azotu; PM – cząstki stałe; ON – olej napędowy.

Rysunek 16. Względne redukcje emisji zanieczyszczeń przez pojazdy napędzane gazem CNG w stosunku do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym

Źródło: opracowano na podstawie M. Nijboer, *The contribution of natural gas vehicles to sustainable transport*, IEA, 2011, s. 26–33.

Zastosowanie gazu CNG jako substytutu benzyny do zasilania pojazdów LDV powoduje, że emisje NO_x do atmosfery są o ok. 60% niższe, przez co zmniejsza się ryzyko wystąpienia kwaśnych deszczy. Niższe emisje NO_x hamują także proces globalnego ocieplenia. Wykorzystanie gazu CNG do zasilania pojazdów ciężarowych powoduje spadek o ok. 80% bezpośrednich emisji PM w porównaniu z zasilaniem tych pojazdów olejem napędowym, co prowadzi do znacznej redukcji efektu zadymienia i smogu. Ze względu na brak obecności siarki stosowanie CNG ogranicza procesy niszczenia zabytków miejskich. Ponadto emisje pojazdów zasilanych CNG cechuje 4-krotnie niższy poziom toksyczności w porównaniu z poziomem toksyczności emisji powstających podczas spalania paliw ropopochodnych⁴⁸. Pra-

⁴⁸ Opracowany przez Agencję Ochrony Środowiska (ang. Environment Pollution Agency, EPA) wskaźnik toksyczności zwany CURE (ang. *Cancer Unit Risk Estimate*) służy do oceny wzrostu zagrożenia chorobą nowotworową w wyniku wzrostu

ca silników pojazdów zasilanych gazem CNG jest źródłem hałasu, którego natężenie jest o 1–3 dB niższe w stosunku do natężenia hałasu powstającego podczas pracy silników zasilanych benzyną lub olejem napędowym, co ma duże znaczenie dla aglomeracji miejskich⁴⁹.

Gaz LNG dzięki wysokiej gęstości energetycznej, niskiemu poziomowi emisji zanieczyszczeń oraz wysokiej efektywności energetycznej może być stosowany m.in. do napędu autobusów i samochodów ciężarowych. To szczególnie efektywne paliwo dla długodystansowego transportu samochodowego ładunków, dla którego liczba alternatywnych rozwiązań w stosunku do oleju napędowego jest stosunkowo niska. Ponadto wykorzystanie gazu LNG może się przyczynić do zmniejszenia emisji CO₂ przez pojazdy nim zasilane do poziomów określonych normą Euro VI⁵⁰.

Zastosowanie gazu ziemnego jako paliwa w transporcie samochodowym zamiast benzyny lub oleju napędowego oznacza ograniczenie emisji CO₂ (rysunek 17)⁵¹. Wielkość emisji CO₂ w cyklu życia gazu ziemnego zależy przede wszystkim od źródła jego pochodzenia, sposobu transportowania oraz strat występujących w czasie przesyłu gazociągami. W przypadku efektywnej energetycznie mieszanki (mieszanka UE mix) wykorzystanie gazu CNG do napędu pojazdów transportu samochodowego powoduje 22% spadek poziomu emisji CO₂ w stosunku do poziomu tych emisji pochodzących ze spalania oleju napędowego i 20% spadek ich poziomu w relacji do poziomu immanentnego dla spalania benzyny. Spadki tych emisji są jednak znacznie mniejsze, gdy gaz ziemny jest przesyłany gazociągami na długie dystanse. Wynoszą one ok. 12% względem oleju napędowego i ok. 10% względem odpowiednio benzyny.

Redukcja emisji CO₂ wytwarzanych przez pojazdy jest zdecydowanie większa w przypadku wykorzystania mieszanki paliwowej mającej w swoim składzie CNG i biometan. Z danych przedstawionych na ry-

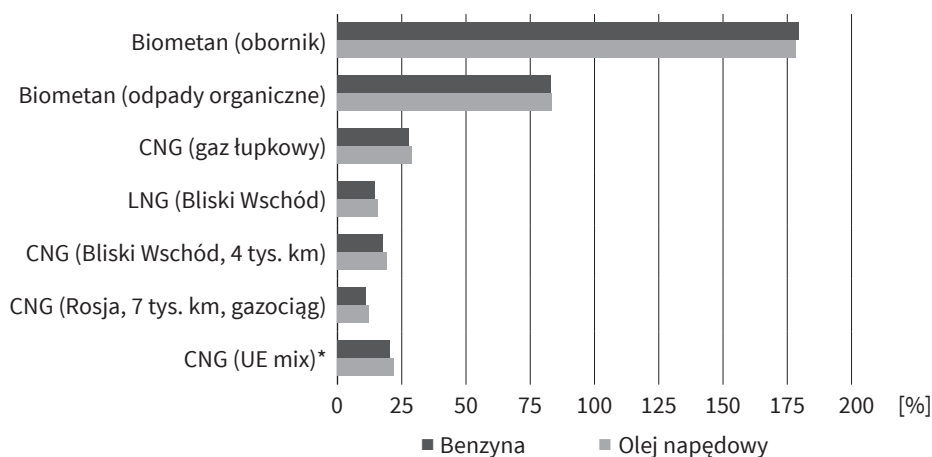
stężenia zanieczyszczenia w atmosferze powyżej poziomu 1,0 µg/m³, który przyjęto za punkt odniesienia w procesie ciągłej ekspozycji człowieka przez całe życie, tj. przez 70 lat. Sporządzona przez EPA lista czterech najsilniejszych toksyn pochodzących z ruchomych źródeł emisji obejmuje: benzen, 1,3 butadien, formaldehyd i aldehyd octowy. Zob. więcej: U. Motowidlak, *Wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie*, „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 4, s. 161–162.

49 Z. Chłopek, *Badania symulacyjne emisji zanieczyszczeń z silnika zasilanego gazem ziemnym*, „Postępy Nauki i Techniki” 2012, nr 15, s. 33.

50 *Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013, s. 6.

51 Względne redukcje emisji CO₂ ogółem w cyklu życia gazu ziemnego w odniesieniu do wartości dla benzyny i oleju napędowego wyznaczono na podstawie wartości energetycznych wskaźników emisji CO₂ [g CO_{2eq}/MJ].

sunku 17 wynika, że największy potencjał ograniczania emisji CO₂ posiada biometan produkowany z obornika. Jego zastosowanie do napędu pojazdów może bowiem doprowadzić do niemal 2-krotnej redukcji emisji CO₂ w całym cyklu życia tego paliwa, określanych WTW, w stosunku do emisji powodowanych przez spalanie oleju napędowego lub benzyny. Poziom tej redukcji jest wynikiem tzw. unikniętych wpływów na środowisko. Produkcja biometanolu z obornika pozwala bowiem na zagospodarowanie (recykling) substancji organicznych, co powoduje redukcję emisji CO₂ poprzez utylizację metanu⁵².



* Mieszanka CNG (UE mix) zawiera gaz z Bliskiego Wschodu (udział tego gazu w tej mieszance wynosi 21,0%), Holandii (22,0%), Wielkiej Brytanii (30,4%), Norwegii (11,8%) i Algierii (14,8%).

Rysunek 17. Względne redukcje emisji CO₂ ogółem w cyklu życia gazu ziemnego w odniesieniu do emisji CO₂ pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym

Źródło: opracowanie własne na podstawie *The prospects for natural gas as a transport fuel in Europe*, Oxford Institute for Energy Studies, 2014, s. 21.

Wysoki, wynoszący ponad 83% spadek emisji CO₂ można uzyskać w rezultacie zasilania pojazdów samochodowych biometanem produkowanym z odpadów organicznych. Jego wykorzystanie jest znacznie efektywniejsze pod względem redukcji emisji CO₂ niż korzystanie z LNG i CNG, ale wysokie koszty produkcji nadal uniemożliwiają stosowanie na szerszą skalę.

⁵² Metan (CH₄) jest gazem cieplarnianym, którego wpływ na efekt szklarniowy jest 22-krotnie większy niż CO₂ (1 t CH₄ = 22 t CO₂eq.).

Energia elektryczna to nośnik energii, który przy zastosowaniu aktualnie dostępnych technologii może być wytwarzany z kopalnych paliw ciekłych, gazowych lub stałych, pozyskiwany poprzez wykorzystanie technologii jądrowych, a także z OZE.

Realizacja celów polityki ekologicznej UE powoduje, że w strukturze wytwarzania energii elektrycznej państw członkowskich UE swój udział szybko zwiększają odnawialne źródła energii. Walory środowiskowe, a także szeroka dostępność tych źródeł zadecydowały o tym, że stały się one głównym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi elektromobilności UE.

Rozwój elektromobilności oparty na odnawialnych źródłach energii jest jednak bardzo złożony. Niestabilny charakter tych źródeł energii wpływa bowiem negatywnie na stabilność systemów elektroenergetycznych, co nie sprzyja poprawie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Dodatkowo energetyka odnawialna, wobec preferencji w postaci systemowego wsparcia oraz niskich kosztów zmiennych, wypiera z rynku konwencjonalnych, tzn. stabilnych wytwórców energii⁵³. O złożoności procesu rozwoju elektromobilności świadczy także trudność w efektywnym i wygodnym dla użytkowników przetworzeniu wyprodukowanej energii elektrycznej na energię mechaniczną pojazdu⁵⁴. Złożoność ta jest źródłem znacznych kosztów, co powoduje, że użytkowanie pojazdów elektrycznych nie jest jeszcze konkurencyjne pod względem ekonomicznym wobec pojazdów zasilanych paliwami konwencjonalnymi.

Dla rozwoju elektromobilności i osiągnięcia stawianych przed nim celów, konieczna jest rozbudowa i przebudowa systemów elektroenergetycznych tak, aby gwarantowały one możliwość zasilania pojazdów. Systemy te powinny zapewniać możliwość szybkiego przyłączania źródeł odnawialnych oraz sygnalizację okresów, w których źródła te generują duże ilości energii elektrycznej. Sygnalizacja ta pozwoli bowiem na „tankowanie” pojazdów w okresach niskich cen energii elektrycznej, co ma istotne znaczenie zarówno ze względów ekonomicznych i środowiskowych, jak i z punktu widzenia bilansowania oraz stabilności systemów elektroenergetycznych⁵⁵. Do stabilności tej mogą przyczynić się także akumulatory samochodów, które mogą być wykorzystane jako zasobniki

53 J. Malko, *Rynek konkurencyjny czy gospodarka planowana – dylemat, który zdawał się być rozstrzygnięty*, „Nowa Energia” 2014, nr 5–6.

54 Al. Moro, E. Helmers, *A new hybrid method for reducing the gap between WTW and LCA in the carbon footprint assessment of electric vehicles*, s. 3–4, <http://download.springer.com/static/pdf> [dostęp 18.12.2015].

55 *Memorandum w sprawie możliwości przyjęcia inteligentnych sieci energetycznych (smart power grids) jako jednego z wiodących tematów polskiej prezydencji w Unii Europejskiej*, Konsorcjum Smart Power Grids Polska, www.smartgrids.pwr.wroc.pl, s. 1 [dostęp 24.08.2014].

energii elektrycznej⁵⁶. Właściwości te mogą zapewnić jedynie kosztowne sieci inteligentne (ang. *Smart Grid*), wyposażone w systemy inteligentnego pomiaru (ang. *Smart Metering*).

Efekty środowiskowe rozwoju elektromobilności będą większe, gdy zmniejszy się poziom emisji CO₂ generowanych w procesach wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych. Mimo rozwoju energetyki odnawialnej źródła te pozostaną bowiem istotnym elementem struktury wytwarzania energii elektrycznej w wielu państwach członkowskich UE. Do ograniczenia emisji CO₂ w tych procesach przyczynić się mogą dalsze działania na rzecz wzrostu ich efektywności oraz zmiany struktury wytwarzania energii elektrycznej, w kierunku zwiększenia w niej udziału surowców mniej emisyjnych. Wydaje się, że działania te zostaną podjęte przez wytwórców konwencjonalnych wobec dążenia UE do redukcji tych emisji.

Pojazdy samochodowe w pełni elektryczne wyposażone tylko w akumulatory (ang. *Battery Electric Vehicle*, BEV) wpływają korzystnie na środowisko z uwagi na brak systemu wydechowego i w konsekwencji brak emisji NO_x oraz PM. Lokalny brak emisji szkodliwych substancji przyczynia się do realizacji zapisów dyrektywy 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza i czystszyego powietrza dla Europy⁵⁷. Ponadto pojazdy BEV nie emitują drgań i hałasu, co pozytywnie wpływa na jakość życia społeczności, szczególnie miejskich. Z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu, brak emisji hałasu postrzegany jest jednak jako zagrożenie, głównie dla pieszych. Jako środek zaradczy instalowane są więc systemy sztucznej emisji dźwięku. Do poprawy jakości powietrza przyczynia się również użytkowanie pojazdów z napędem elektrycznym typu PHEV, do napędu których zastosowano dwa źródła zasilania (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*, PHEV). Zaletą tych pojazdów jest m.in. mniejsze zużycie paliwa w trybie jazdy miejskiej, co pozytywnie oddziałuje na redukcję emisji zanieczyszczeń.

Efekty środowiskowe stosowania pojazdów samochodowych z napędami elektrycznymi są szczególnie wyraźne, gdy napędy te zasilane są energią odnawialną. Z badań wynika bowiem, że jeżeli bateria pojazdu BEV ładowana jest energią elektryczną, pochodzącą ze źródeł odnawialnych, to taki pojazd praktycznie nie emituje CO₂⁵⁸. Przeciętne poziomy

56 *The role of DSOs in a smart grid environment. Final Report*, European Commission, DG ENER, Amsterdam–Rotterdam, 23 April 2014, s. 26.

57 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszyego powietrza dla Europy, Dz.Urz. UE L 152 z 11.06.2008, s. 1–44.

58 *Tank-to-wheels: Report version 4.0, JEC well-to-wheels analysis*, JRC Technical Reports, European Commission 2013, s. 49.

emisji CO₂ pojazdów samochodowych, wyznaczone dla uśrednionego koszyka wytwarzania energii elektrycznej (UE_{en.elekt.} mix), zgodnie z obowiązującą w 2010 r. strukturą tego koszyka, przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Poziomy emisji CO₂ wytwarzane przez pojazdy samochodowe

Wyszczególnienie	WTT (g CO _{2eq} /poj.km)	TTW (g CO _{2eq} /poj.km)	WTW (g CO _{2eq} /poj.km)
BEV	78	0	78
PHEV (energia elektryczna i benzyna)	36	75	111
PHEV (energia elektryczna i olej napędowy)	36	69	105
Pojazd samochodowy (benzyna)	29	156	185
Pojazd samochodowy (olej napędowy)	25	120	145

WTT (*Well to Tank*) – emisje od źródła (nośnika) energii do zbiornika (paliwa); TTW (*Tank to Wheel*) – emisje związane z użytkowaniem pojazdu, czyli od zbiornika do koła pojazdu; WTW (*Well to Wheel*) – całkowite emisje w cyklu życia.

Źródło: opracowano na podstawie *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 33.

Wielkość emisji CO₂ w całym cyklu życia paliwa, rozumianych WTW, pochodzących z pojazdów w pełni elektrycznych wyposażonych tylko w akumulatory (ang. *Battery Electric Vehicle*, BEV), uzależniona jest od wielkości tych emisji powstających w pierwszej fazie życia paliwa, tj. od nośnika do paliwa, określanych WTT (tabela 15). W przeliczeniu na jeden kilometr pojazdy te emitują 78 g CO₂, tj. ok. 58% mniej niż pojazdy napędzane benzyną i ok. 46% mniej niż pojazdy zasilane olejem napędowym. Pojazdy z napędem elektrycznym typu PHEV, do napędu których zastosowano dwa źródła zasilania (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*, PHEV), emitują w fazie WTW od 105 do 111 g CO₂ w przeliczeniu na jeden kilometr, przy czym te ilości emisji generowane są głównie w fazie użytkowania pojazdu, rozumianych TTW. Pojazdy te emitują zatem o ok. 40–44% mniej niż pojazdy napędzane benzyną i o ok. 25–28% mniej niż pojazdy zasilane olejem napędowym.

W związku ze zróżnicowaną paliwową strukturą wytwarzania energii elektrycznej w państwach członkowskich UE różne będą w tych państwach efektywne poziomy redukcji emisji CO₂, wynikające z wykorzystania pojazdów z napędem elektrycznym. Wyższy niż w Polsce poziom tej redukcji będzie np. we Francji, gdzie elektrownie jądrowe wy-

tworząc ok. 75% energii elektrycznej, a także w Niemczech, Danii, lub Hiszpanii, gdzie źródła odnawialne generują ponad 25% tej energii⁵⁹.

Kompleksowa ocena oddziaływania pojazdów z napędem elektrycznym na stan środowiska wymaga również zwrócenia uwagi na zagrożenia związane z produkcją, użytkowaniem i utylizacją akumulatorów. Zagrożenia te dotyczą m.in. problemów z pozyskiwaniem litu, miedzi, krzemu i aluminium, które są niezbędne do ich produkcji. Akumulatory, ze względu na stosunkowo krótką żywotność, wymagają także dużych nakładów energetycznych na utylizację. Ponadto mogą one stanowić zagrożenie dla ludzi i środowiska w przypadku ich zniszczenia w trakcie wypadku⁶⁰.

Uniwersalnym nośnikiem energii jest wodór, który może być pozyskiwany z wielu pierwotnych źródeł energii. Jako paliwo transportowe wodór jest najczęściej wykorzystywany w ogniwach paliwowych, w których w wyniku jego spalania wytwarzana jest energia elektryczna. W przeciwieństwie do konwencjonalnych metod produkcji energii elektrycznej jej wytwarzanie w ogniwach paliwowych generuje śladowe ilości zanieczyszczeń.

Oddziaływanie ogniw wodorowych na środowisko uwarunkowane jest metodą pozyskiwania wodoru (tabela 16). Do produkcji wodoru stosuje się metody termiczne i elektrochemiczne. Na skalę przemysłową wodór otrzymuje się za pomocą metod termicznych, tj. głównie z gazu ziemnego i węgla z wykorzystaniem metody reformingu parowego lub zgazowania węgla. Głównymi walorami tych metod jest wysoka efektywność wynosząca ok. 85% oraz opłacalność ekonomiczna. Jednak ich stosowanie wiąże się z wykorzystaniem surowców kopalnych, co powoduje emisje znacznych ilości CO₂⁶¹. Gaz ten w przeciwieństwie do emisji generowanych przez silniki spalinowe nie przedostaje się do atmosfery i może być wykorzystany w wielu procesach⁶².

59 U. Motowidlak, *Identification of behavioral changes in transport as decarbonisation of the economy*, [w:] *Transport development challenges in the twenty-first century*, Springer Proceedings in Business and Economics, Springer International Publishing, ed. M. Bąk, Switzerland 2016.

60 W. Močko, A. Wojciechowski, M. Ornowski, *Perspektywy rozwoju rynku samochodów elektrycznych w najbliższych latach*, „Transport Samochodowy” 2011, z. 1(31), s. 69.

61 <http://www.ogniwa-paliwowe.com/> [dostęp 15.01.2015].

62 Technologie zagospodarowania na skalę komercyjną odzyskanego CO₂ (bezpośrednio lub po przetworzeniu go w inną formę chemiczną) stosuje się m.in. w: procesach wydobywania ropy naftowej i metanu, zaawansowanych systemach geotermalnych, uprawie alg, mineralizacji CO₂, utwardzaniu betonu oraz produkcji paliw i polimerów. Zob. więcej: A. Czardybon, L. Więclaw-Solny, M. Ściążko, *Technologiczne perspektywy wykorzystania ditlenku węgla*, „Energetyka” 2014, nr 1, s. 25.

Tabela 16. Poziomy emisji CO_{2eq}/poj.km ogółem w cyklu życia energii elektrycznej wytworzonej w ogniowach paliwowych dla wybranych metod produkcji wodoru

Metody termiczne		
Substrat	Rodzaj potrzebnej energii	WTW (g CO _{2eq} /poj.km)
Gaz ziemny	Energia cieplna (gaz, węgiel)	62
Zgazowany węgiel	Energia cieplna (gaz, węgiel)	128
Zgazowana biomasa	Energia cieplna (temperatura pary wodnej)	9
Metody elektrochemiczne (elektroliza wody)		
Substrat	Rodzaj potrzebnej energii	WTW (g CO _{2eq} /poj.km)
Woda	Energia elektryczna (UE _{en.elekr} mix, gaz, węgiel)	125
	Energia elektryczna (zgazowany węgiel)	68
	Energia elektryczna (paliwo jądrowe)	12
	Energia elektryczna (wiatr)	7

WTW (*Well to Wheel*) – całkowite emisje w cyklu życia.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 22–23.

Pojazd samochodowy wyposażony w ogniwo paliwowe zasilane wodorem pozyskanym z wykorzystaniem energii cieplnej wytworzonej w wyniku zgazowania biomasy emituje w rozumieniu WTW ok. 9 g CO_{2eq} w przeliczeniu na kilometr (tabela 16). W przypadku spalania w tym ogniwie wodoru wytworzonego w procesie gazyfikacji węgla lub reformingu gazu ziemnego emisje CO_{2eq} wynoszą odpowiednio 128 g CO_{2eq}/poj.km i 62 g CO_{2eq}/poj.km.

Wodór można również produkować w wyniku elektrolizy wody, jednak zastosowanie tej metody produkcji wymaga dużych ilości energii elektrycznej. Ograniczenie negatywnych skutków dla środowiska, wynikających z tej produkcji, można osiągnąć poprzez zastosowanie odnawialnych źródeł energii lub energii jądrowej. Jeśli do elektrolizy wody użyje się energii elektrycznej wytworzonej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, to pozyskany wodór pozwala na wytworzenie w ogniwie paliwowym pojazdu energii elektrycznej, które łączy się z emisjami rozumianymi WTW jedynie na poziomie 7 g CO_{2eq}/poj.km (tabela 16). Zastępując źródła odnawialne energią jądrową, emisje te osiągną poziom 12 g CO_{2eq}/poj.km. Poziomy te będą znacznie wyższe, gdy w procesie elektrolizy wody wykorzysta się energię elektryczną wytworzoną ze zgazowanego węgla lub (głównie) paliw kopalnych. W pierwszym przypadku emisje CO_{2eq} rozumiane WTW wyniosą bowiem 68 g/poj.km, zaś

w drugim 125 g/poj.km. Obecnie zasilanie pojazdów samochodowych energią elektryczną dostarczaną przez ogniwa paliwowe, spalające wodór pozyskany w wyniku elektrolizy wody, jest mniej efektywne w stosunku do bezpośredniego dostarczania tej energii przez akumulator samochodowy. Różnica w efektywności wynika głównie z konieczności przechowywania wodoru pod dużym ciśnieniem w pojazdach wyposażonych w ogniwa paliwowe, co jest także istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania tych pojazdów.

Paliwa syntetyczne obejmują głównie paliwa ciekłe produkowane w wyniku syntezy podstawowych źródeł energii, np. biomasy, węgla lub gazu ziemnego. Paliwa te mogą mieć więc charakter odnawialny lub nieodnawialny. Ze względu na rodzaj źródeł energii podlegających syntezie i charakter procesów produkcyjnych wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje ciekłych paliw syntetycznych. Należą do nich paliwa powstające z biomasy drzewnej (ang. *Biomass to Liquid*, BTL), gazu ziemnego (ang. *Gas to Liquid*, GTL) oraz węgla (ang. *Coal to Liquid*, CTL).

Paliwa BTL produkowane zarówno z surowców odpadowych, jak również z części roślinnych, zaliczane są do paliw II generacji. Paliwa te charakteryzują się niską zawartością siarki i węglowodorów aromatycznych. Stosowanie paliw BTL sprzyja poprawie jakości powietrza z uwagi na tkwiący w nich potencjał redukcji emisji PM i NO_x. W przypadku jego wykorzystania redukcja ta może wynieść ok. 20–30% w stosunku do poziomu tych emisji powstających w przypadku wykorzystania oleju napędowego⁶³. W zależności od pochodzenia i rodzaju wykorzystanej do syntezy biomasy redukcja emisji CO₂ wynosi od 60% do nawet 90% w stosunku do średniej wielkości tych emisji pochodzących ze spalania benzyny i oleju napędowego. Całkowity poziom tych emisji w cyklu życia w przypadku pojazdów zasilanych BTL stanowi od 16 do 66 g CO_{2eq}/poj.km (tabela 17)⁶⁴.

Wpływ emisji CO₂ pojazdów wykorzystujących paliwo GTL w wysokości 138–154 g CO_{2eq}/poj.km, emitowanych w całym cyklu życia tego paliwa jest porównywalny do wpływu, jaki na efekt cieplarniany wywierają emisje CO₂, generowane przez pojazdy zasilane olejem napędowym. Analogiczny wpływ emisji pochodzących z pojazdów zasilanych paliwem

63 *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 48.

64 Wartości dodatnie w tabeli 17 oznaczają niekorzystny wpływ paliw na klimat, natomiast wartości ujemne sygnalizują redukcję emisji CO₂ poprzez tzw. uniknięte wpływy, rozumiane jako emisje, których udało się uniknąć poprzez wykorzystanie biomasy.

CTL może być ponad 2-krotnie wyższy, zaś w przypadku stosowania paliwa BTL ponad 2-krotnie niższy w stosunku do wpływu wywieranego na efekt cieplarniany przez pojazdy zasilane olejem napędowym. Wykorzystanie paliw syntetycznych w transporcie samochodowym UE ma nadal głównie charakter pilotażowy.

Tabela 17. Poziomy emisji CO₂ wyznaczone dla wybranych paliw syntetycznych, benzyny i oleju napędowego stosowanych do napędu pojazdów samochodowych w UE

Rodzaj paliwa	WTT (g CO _{2eq} /poj.km)	TTW (g CO _{2eq} /poj.km)	WTW (g CO _{2eq} /poj.km)
BTL	Od -100 do -50	116	16-66
GTL	22-38	116	138-154
CTL	65-212	116	181-328
Benzyna	29	156	185
Olej napędowy	25	120	145

WTT (*Well to Tank*) – emisje od źródła (nośnika) energii do zbiornika (paliwa); TTW (*Tank to Wheel*) – emisje związane z użytkowaniem pojazdu, czyli od zbiornika do koła pojazdu; WTW (*Well to Wheel*) – całkowite emisje w cyklu życia.

Źródło: opracowano na podstawie *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 49.

Skroplony gaz ropopochodny (ang. *Liquefied Petroleum Gas*, LPG) jest produktem ubocznym w łańcuchu paliw węglowodorowych, który uzyskuje się w rafineriach jako destylat z przetwarzania czystej ropy naftowej oraz jako produkt uboczny podczas wydobycia gazu ziemnego i ropy naftowej⁶⁵. Wykorzystanie LPG w transporcie zwiększa efektywność gospodarowania zasobami naturalnymi oraz wpływa na poprawę jakości powietrza. Może być stosowany w swojej czystej formie lub na zasadzie alternatywnego funkcjonowania silnika na LPG i benzynę. Większość pojazdów samochodowych napędzanych LPG ma charakter biwalentny, co oznacza, że są one wyposażone w osobne baki na LPG i benzynę. Charakter ten wiąże się jednak z większym zużyciem paliwa i wzrostem poziomu emisji CO₂.

Gaz LPG może być wykorzystywany do napędu pojazdów na krótkie, średnie i długie dystanse. Pojazdy zasilane tym gazem generują niskie

65 *Alternatywne paliwa. Część 1*, red. M. Winter i U. Becker, Uniwersytet Technologiczny w Dreźnie, Drezno 2007, s. 79.

emisje węglowodorów i cząstek stałych w stosunku do emisji immanentnych dla pojazdów zasilanych benzyną lub olejem napędowym. Również niższe są emisje NO_x , przy czym wielkość redukcji tych emisji uwarunkowana jest rodzajem silnika. Natomiast całkowite emisje CO_2 w cyklu życia paliwa, rozumiane WTW, są w przypadku pojazdów zasilanych LPG o ok. 15% niższe w stosunku do analogicznych emisji pochodzących ze spalania benzyny. Są one jednak o 10% wyższe w stosunku do emisji będących wynikiem spalania oleju napędowego⁶⁶. W większości państw członkowskich UE dobrze rozwinięta sieć stacji tankowania LPG oraz zachęty podatkowe przyczyniły się do tego, że gaz LPG jest stosunkowo szeroko stosowany w tych państwach.

3.3. Trendy rozwojowe implikujące potrzeby energetyczne transportu

Wieloaspektowość i istotność zagadnień, wynikających z przeglądu literatury przedmiotu i prezentacji aktualnego stanu potencjału surowcowego świata i UE, dokonanych w dwóch pierwszych rozdziałach rozprawy, wskazują na potrzebę holistycznego podejścia do gospodarowania energią w transporcie. Przewidywane w nadchodzących dziesięcioleciach globalne trendy w sektorze energetycznym i w zakresie zmian klimatycznych wymagać będą weryfikacji utrwalonych wzorców konsumpcji paliw w transporcie. Zgodnie z powszechnie obowiązującymi zasadami prowadzenia działalności gospodarczej, optymalizacja potrzeb energetycznych jest podstawowym wymogiem efektywności ekonomicznej transportu⁶⁷. Wymóg ten obliguje do zdefiniowania trendów oraz procesów determinujących popyt na paliwa transportowe.

Identyfikacja czynników kształtujących potrzeby energetyczne transportu oraz określenie kierunków rozwoju tych potrzeb nie jest łatwym zadaniem ze względu na dynamiczne otoczenie, co sprawia, że dorobek naukowy dotyczący tego zakresu badawczego nie zawsze okazuje się być spójny lub dostatecznie uporządkowany. Literatura ukazująca teoretyczne i praktyczne aspekty zapotrzebowania energetycznego transportu podejmuje to zagadnienie najczęściej w odniesieniu do konkretnych

66 *Well-to wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, JRC Technical Reports, European Commission, 2014, s. 32.

67 *Efektywność transportu w warunkach gospodarki globalnej*, red. M. Michałowska, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2012, s. 13.

obszarów aktywności transportowej⁶⁸. Tymczasem celowość, czy wręcz wymóg nieustannego diagnozowania potrzeb energetycznych transportu, wynikająca z dualnego jego charakteru w gospodarce, wskazuje na konieczność uwzględnienia nie tylko podejścia sektorowego, ale także kluczowych zagadnień w zakresie globalnych zmian społecznych, ekonomicznych i środowiskowych.

Transport jako biorca korzysta z produktów i usług różnych gałęzi gospodarki, a także z zasobów środowiska. Jednocześnie, jako dawca świadczy usługi przewozowe oraz bierze udział w procesach tworzenia wartości we wszystkich dziedzinach życia społeczno-gospodarczego. Poza obsługą działów produkcji materialnej transport obsługuje też podmioty świadczące usługi produkcyjne (np. w zakresie łączności lub handlu) i nieprodukcyjne (np. w zakresie nauki, oświaty, służby zdrowia, wymiaru sprawiedliwości i obronności)⁶⁹. Transport świadczy także usługi dla ludności, zaspokaja indywidualne potrzeby komunikacyjne, aktywizuje życie społeczno-gospodarcze i kulturalne oraz sprzyja rozwojowi turystyki⁷⁰.

Wykorzystanie dualnego charakteru transportu jest szczególnie przydatne w badaniach dotyczących potrzeb energetycznych transportu i gospodarowania energią w transporcie. Potrzeby energetyczne transportu, uznawane za kluczowy element warunkujący realizację zadań przewozowych, są istotne z punktu widzenia ich wpływu na gospodarkę, społeczeństwo i środowisko. Jednocześnie potrzeby te kształtowane są przez uwarunkowania społeczno-gospodarcze, instytucjonalno-prawne, polityczne oraz środowiskowe. Natomiast teoria ekonomii rozwoju stanowi, że gospodarowanie energią w transporcie determinowane jest oddziaływaniem czynników przyrodniczych, historycznych i instytucjonalnych.

Gospodarowanie energią i kształtowanie potrzeb energetycznych są kategoriami złożonymi, zwłaszcza w procesie rozwoju transportu. Właściwa interpretacja tych kategorii wymaga więc łącznego podejścia przyrodniczo-historyczno-instytucjonalnego. Tak rozumiane podejście autorka określa mianem determinizmu energetycznego transportu, który staje się użyteczny w przypadku uwzględnienia holistycznego podejścia w analizie potrzeb energetycznych i gospodarowaniu energią w transporcie.

68 Pomiar oddziaływania transportu na środowisko stanowią przedmiot wieloletnich badań naukowych. Zob. m.in. R. Kręgielewski, *Wpływ transportu na środowisko. Ocena ekonomiczna*, Wyd. WKŁ, Warszawa 1979.

69 Podstawą wyszczególnienia usług produkcyjnych i nieprodukcyjnych było rozróżnienie pracy produkcyjnej i nieprodukcyjnej.

70 W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, *Transport*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 14.

Podjęcie przyrodniczo-historyczno-instytucjonalne nie wyklucza możliwości zastosowania innego ujęcia do opisu i interpretacji zależności zachodzących między gospodarowaniem energią a rozwojem transportu. Podstawą jednego z takich podejść może być analiza energochłonności transportu.

Poprawa efektywności energetycznej⁷¹ w wyniku ograniczania energochłonności procesów w gospodarce jest jednym z priorytetów polityki energetyczno-klimatycznej UE⁷². Wykorzystując wskaźniki energochłonności, można dokonywać oceny trendów w zakresie racjonalności gospodarowania energią w gospodarce ogółem, jak również w poszczególnych jej działach. Najczęściej stosowanym punktem odniesienia dla efektywności wykorzystania energii jest produkt krajowy brutto (PKB), wielkość produkcji oraz wielkość pracy przewozowej zrealizowanej w zakresie przewozów ładunków lub osób⁷³. W państwach członkowskich UE efektywność energetyczną można również wyrazić za pomocą zagregowanego wskaźnika ODEX (ang. *Optical Dynamics Experiment*)⁷⁴. W transporcie, z uwagi na brak oficjalnych danych dotyczących jednostkowego zużycia paliw przez różne środki transportu, wartości tego wskaźnika są wyznaczone na podstawie szacunkowych parametrów.

Wobec problemu jednoznacznego określenia znaczenia paliw alternatywnych dla rozwoju niskoemisyjnego transportu, wspomniany determinizm energetyczny transportu może okazać się pomocny w analizie możliwości substytucji paliw ropopochodnych. Nowe podejście do zagadnień związanych z organizacją procesów gospodarowania energią, wynikające z koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, traktuje roz-

71 Efektywność energetyczna oznacza mniejsze zużycie energii przy utrzymaniu niezmienionego poziomu działalności gospodarczej. Natomiast oszczędność energii jest pojęciem szerszym i obejmuje również zmniejszenie zużycia energii poprzez zmianę zachowań lub ograniczenie działalności gospodarczej. Za: *Plan na rzecz efektywności...*, s. 2.

72 Zobacz m.in.: U. Motowidlak, *Polityka Unii Europejskiej na rzecz zwiększenia efektywności ekonomicznej i środowiskowej transportu*. Cz. 1. *Poprawa efektywności energetycznej transportu*, „Logistyka” 2014, nr 3, s. 4507–4514.

73 *Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012: Notatka informacyjna*, GUS, Konferencja prasowa z 23.07.2014, Warszawa 2014, stat.gov.pl/portalinformacyjny/efektywnosc_wykorzystania_energii_w_latach_2 [dostęp 14.05.2015].

74 Wskaźnik ODEX nie pokazuje bieżącego poziomu efektywności energetycznej, lecz jej zmiany w stosunku do roku bazowego. Obecnie jest obliczany dla każdego roku jako iloraz rzeczywistego teoretycznego zużycia energii, z pominięciem efektu zużycia jednostkowego (tzn. przy założeniu dotychczasowej energochłonności procesów produkcji). W celu zmniejszenia przypadkowych wahań oblicza się 3-letnią średnią ruchomą. Spadek wartości wskaźnika oznacza wzrost efektywności energetycznej. Za: *Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012*, GUS, Warszawa 2014, s. 10.

wój zaawansowanych technologii jako jedno z istotnych źródeł wzrostu gospodarczego. W nurt tego podejścia wpisuje się stosowanie alternatywnych technologii paliwowych w transporcie, które należy analizować w konwencji ładu zintegrowanego⁷⁵.

Wątpliwości dotyczące przydatności paliw alternatywnych w procesie substytucji paliw ropopochodnych w transporcie generują potrzebę pomiaru i oceny zasadności ich wdrażania, prowadzonych przez pryzmat szerokiego ujęcia definicji transportu zrównoważonego⁷⁶, oznaczającego uwzględnienie kryterium środowiskowego, społecznego i ekonomicznego. W ostatnich latach właśnie takie ujęcie tej definicji uznawane jest za współczesną wykładnię nowego paradygmatu rozwoju transportu.

Strategiczne znaczenie transportu dla gospodarek państw członkowskich UE wskazuje na potrzebę rozszerzenia analizy istoty potrzeb energetycznych transportu w kontekście bezpieczeństwa energetycznego, co mieści się w koncepcji determinizmu energetycznego. Nierozwiązana kwestia zależności potrzeb paliwowych transportu od surowców ropopochodnych może mieć bowiem ujemny wpływ nie tylko na zdolność obywateli do podróżowania, stan środowiska czy spadek konkurencyjności gospodarki, ale także na stan bezpieczeństwa energetycznego UE. Źródła naukowe, dokumenty polityczne (w tym strategie bezpieczeństwa) i akty prawne zawierają różne, często cząstkowe definicje bezpieczeństwa energetycznego, przy czym różni autorzy preferują odmienne jego aspekty, tj. ekonomiczne, polityczne, ekologiczne lub techniczne.

75 Na kształt koncepcji rozwoju zrównoważonego w transporcie w krajowej literaturze przedmiotu decydujący wpływ miały badania T. Borysa. Szerzej na temat elementów ładu zintegrowanego i zakresu merytorycznego tego pojęcia zob. T. Borys, *Pomiar zrównoważonego rozwoju transportu*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kietczewski, B. Dobrzyńska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009, s. 174.

76 Na podstawie przeglądu definicji transportu zrównoważonego zauważa się, iż pojęcie to ujmuje się wąsko lub szeroko. W ujęciu wąskim eksponuje się aspekty środowiskowe równoważenia transportu. Transport zrównoważony środowiskowo pozwala bowiem na realizację ogólnie przyjętych celów dotyczących zdrowia i jakości środowiska, co jest zgodne z integralnością ekosystemu i nie powoduje niekorzystnych zjawisk globalnych. W ujęciu szerokim transport zrównoważony jednocześnie uwzględnia i godzi kryteria środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Zob. więcej: T. Borys, *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia*, Raport z realizacji pracy badawczej, Ministerstwo Infrastruktury, Jelenia Góra–Warszawa 2008, s. 5–28; *Concept, goal, and strategy. The OECD's EST project, environmentally sustainable transport (EST)*, Paris 2004, http://www.ejti.turidelft.nl/issues/2004_01/pdf/2004_01_01.pdf [dostęp 27.11.2013]; *Guidelines towards environmentally sustainable transport*, OECD, Paris 2002.

Bezpieczeństwo energetyczne zwykle traktowane jest jako jeden z aspektów bezpieczeństwa ekonomicznego. Zgodnie z definicją T. Bohi i D. Tomana z naruszeniem bezpieczeństwa energetycznego mamy do czynienia wówczas, gdy skutek zmiany ciągłości dostaw energii następuje utrata dobrobytu, rozumiana jako zahamowanie tempa wzrostu, bądź wręcz spadek PKB⁷⁷. Bezpieczeństwo energetyczne dotyczy wszystkich państw, ale będzie ono inaczej postrzegane przez państwa z deficytem złóż surowców energetycznych i przez państwa posiadające te złoża i eksportujące te surowce. Ponieważ w większości państw członkowskich UE zasadniczym źródłem paliw dla transportu jest import i przerób ropy naftowej lub import gotowych paliw, kwestie bezpieczeństwa energetycznego, w tym bezpieczeństwa dostaw paliw dla transportu, stanowią, obok kryteriów: ekonomicznego, społecznego oraz ekologicznego, kolejne istotne kryterium kształtowania potrzeb energetycznych transportu⁷⁸.

Bezpieczeństwo dostaw paliw jest często mylone z bezpieczeństwem energetycznym. Brak odwołania do istniejącej literatury tematu i posługiwanie się spopularyzowaną w prasie definicją bezpieczeństwa energetycznego prowadzą bowiem do utożsamiania bezpieczeństwa dostaw paliw z bezpieczeństwem energetycznym. Wielu autorów identyfikuje oba te pojęcia z jednym zjawiskiem, traktując je jako synonimy⁷⁹. Tymczasem w opinii WEC bezpieczeństwo dostaw paliw jest jednym z istotnych elementów szeroko pojętego bezpieczeństwa energetycznego⁸⁰.

W długim okresie za najważniejszy komponent dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych uznaje się niezawodność źródeł surowców energetycznych i paliw⁸¹. Dla zapewnienia tej niezawod-

77 T. Bohi, D. Toman, *The economics of energy security*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts 1996, s. 1.

78 Bezpieczeństwo dostaw paliw ze względu na interdyscyplinarny charakter jest bardzo złożoną kategorią. W rozprawie zaprezentowane zostaną tylko te aspekty tego bezpieczeństwa, które są istotne dla jej tematu.

79 B. Krzyt et al., *Indicators of energy security in industrialized economies*, „Energy Policy” 2009, vol. 37, issue 6, s. 2167; A. Loschel et al., *Indicators of energy security in industrialized countries*, *ibidem*, 2010, vol. 38, issue 4, s. 1665–1666.

80 *New energy security paradigm*, Word Energy Council, 2006.

81 G. Bahgat, *Europe's energy security: challenges and opportunities*, „International Affairs” 2006, no. 82, s. 961–975; S. Lesbirel, *Diversification and energy security risks: The Japanese case*, „Japanese Journal of Political Science” 2004, no. 5, s. 1–22, za: V. Vivoda, *Diversification of an oil import sources and energy security: A key strategy or an elusive objective?*, „Energy Policy” 2009, vol. 37, issue 11, s. 4616; M. Adelman, *Security of Eastern Hemisphere Fuel Supply*, [w:] *The Economics of Petroleum Supply*, ed. M. Adelman, MIT, Massachusetts 1993, s. 469–472; T. Motowidlak, *Efekty wdrażania polityki energetycznej Unii Europejskiej w zakresie rynku energii elektrycznej*, t. III, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010, s. 12.

ności najbardziej istotne są działania na rzecz dywersyfikacji tych źródeł. W przypadku bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych dywersyfikacja ta dotyczy zarówno źródeł pozyskiwania surowców energetycznych, potrzebnych do wytwarzania tych paliw, jak i kierunków oraz tras dostaw tych surowców i paliw. Brak możliwości jednoznacznego wykluczenia istotności wykorzystania paliw alternatywnych w aspekcie budowy transportu niskoemisyjnego pozwala analizować te paliwa jako jeden z elementów sprzyjających niezawodności źródeł surowców energetycznych i paliw dla transportu.

Za ważne narzędzie zwiększające bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych, w długim okresie uznaje się również postęp technologiczny. Uwzględniając aktualny stan rozwoju i funkcjonowania rynku paliw alternatywnych dla transportu samochodowego UE wraz z odpowiednią dla tych paliw infrastrukturą i środkami transportu, można stwierdzić, iż postęp ten może przyczynić się do postrzegania substytutów ropy naftowej jako istotnych elementów poprawy tego bezpieczeństwa.

Zapewnienie dostępu do strategicznych surowców energetycznych stanowi od lat problem dla państw, zwłaszcza wysoko uprzemysłowionych. Poszczególne państwa kreują coraz lepsze strategie zabezpieczenia się przed ewentualnym brakiem tych surowców, stosując głównie nowe rozwiązania technologiczne i prowadząc dynamiczną politykę dywersyfikacji źródeł energii. W świetle przedstawionych w rozdziale 2 analiz można stwierdzić, że kwestie dotyczące wykorzystania strategicznych surowców energetycznych rozpatrywane są coraz częściej w wymiarze międzynarodowym i globalnym. Identyfikacja uwarunkowań ponadnarodowych kształtujących poziom produkcji i konsumpcji podstawowych surowców energetycznych, tj. ropy naftowej i gazu ziemnego, na bazie których rozwija się gospodarka, stanowi więc kluczowy element badań. Znaczenie analizy tych uwarunkowań potwierdzają prognozy wzrostu zapotrzebowania na energię pierwotną w transporcie UE.

Transport jako istotny dział gospodarki światowej uznawany jest za czynnik sprawczy wielu zjawisk i procesów, a także za dział przyjmujący na siebie zobowiązanie uczestnictwa w tych procesach. Ze względu na silne powiązania gospodarcze z wieloma sektorami gospodarki transport wywołuje istotny efekt mnożnikowy w zakresie wzrostu gospodarczego. Sieci transportowe, zapewniając połączenia między poszczególnymi elementami łańcuchów dostaw, zwiększają możliwości wymiany handlowej, warunkują rozwój rynków krajowych oraz międzynarodowych. Stąd też uzasadniona staje się znajomość ogólnych trendów rozwojowych społeczeństwa i gospodarki, by tam, gdzie to możliwe, wyprzedzać ich skutki dla działalności

transportowej⁸². Transport jako dział gospodarowania o charakterze infrastrukturalnym i sieciowym ma bowiem ograniczone zdolności do szybkiego reagowania na bieżące potrzeby świata, regionu czy społeczności lokalnej⁸³.

Monitorowanie kierunków rozwoju transportu oraz związanych z tym następstw w zakresie rosnących potrzeb energetycznych zgłaszanych przez transport uznawane jest od wielu lat za jeden ze strategicznych obszarów badań. Zapewnienie nieprzerwanej podaży paliw transportowych stanowi bowiem podstawę rozwoju współczesnej gospodarki oraz jakości życia mieszkańców. Jeszcze nigdy życie społeczne ludzi i organizacja procesów gospodarczych nie zależały tak bardzo od dostępu do surowców energetycznych. Kształtowanie potrzeb energetycznych transportu w ciągu ostatnich 25 lat pozostawało pod wpływem głębokich zmian strukturalnych zachodzących w samym transporcie, jak i w jego otoczeniu. Z badań prowadzonych przez T. Borysa dotyczących oceny stanu metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju wynika, że konkretyzacja i pomiar tych potrzeb są ściśle związane z rozwojem światowej gospodarki⁸⁴.

Obserwowane od kilkudziesięciu lat symptomy zmian cywilizacyjnych na świecie mają swoje źródło w ogólnych trendach rozwojowych (tabela 18). Ze względu na swój szczególny charakter trendy te nazywane są w literaturze przedmiotu także megatrendami⁸⁵. Dyskusje na temat ogóln-

82 E. Załoga, *Trendy w transporcie lądowym Unii Europejskiej*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013., s. 10.

83 Szersze odniesienie do tych zagadnień można znaleźć m.in.: D. Rucińska, *Cykle gospodarcze w transporcie*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1992; K. Wojewódzka-Król, R. Rolbiecki, *Infrastruktura transportu*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008, s. 109; K. Wojewódzka-Król, W. Rydzkowski, W. Grzywacz, *Polityka transportowa*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2006; T. Dyr, *Oceńna transportowych inwestycji infrastrukturalnych współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej*, Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium”, Radom 2011; E. Załoga, *Kierunki i zasady rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej*, [w:] *Rozwój infrastruktury transportu w Polsce*, red. E. Załoga, Wyd. KEMA, Szczecin 2006, s. 73; A. Przybyłowski, *Inwestycje transportowe jako czynnik zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2013, s. 79–80.

84 T. Borys, *Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia*, „OPTIMUM Studia Ekonomiczne” 2014, nr 3(69), s. 9–19.

85 Z doświadczeń badaczy trendów rozwojowych wynika, że najlepszym kryterium klasyfikacji są kryteria zakresu i siły ich oddziaływania. Uwzględniając te kryteria, można wyróżnić trzy podstawowe grupy ogólnych trendów rozwojowych. Pierwszą grupę stanowią tzw. gigatrendy, czyli zjawiska o silnym długotrwałym oddziaływaniu w układzie ponadnarodowym, które często dotyczą wartości i działań o charakterze cywilizacyjnym i dlatego są nazywane także trendami cywilizacyjnymi. Druga grupa obejmuje megatrendy, które dotyczą zjawisk o silnym, średniotrwałym oddziaływaniu w układzie społeczności narodowych (państw). Megatrendy na ogół ujawniają się w krajach najwyżej rozwiniętych, a po pewnym okresie w krajach słabiej rozwiniętych, ukierunkowując rozwój kulturowy, spo-

noświatowych trendów rozwojowych i projekcji zmian gospodarczych stanowią przedmiot nieustannych badań naukowych już od prawie 40 lat⁸⁶. Rozwój społeczno-gospodarczy światowej gospodarki kształtowany przez wiele czynników podlega bowiem nieustannym przemianom, których skutki niekiedy są trudne do przewidzenia. Odnosząc się do uwarunkowań makroekonomicznych i geopolitycznych rozwoju gospodarki z perspektywy ostatniego kryzysu gospodarczego, można stwierdzić, że uwarunkowania te dawno nie były tak złożone i obciążone niepewnością⁸⁷.

łeczny i gospodarczy. Trzecią grupę trendów rozwojowych stanowią trendy, czyli dostrzeżone zjawiska rozwojowe o słabym lub średnim oddziaływaniu. Zob. więcej: B. Poskrobko, *Współczesne trendy cywilizacyjne a idea rozwoju zrównoważonego*, [w:] *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Białystok 2009, s. 108–115.

86 Termin „megatrend” wprowadził do słownictwa ekonomicznego J. Naisbitt. W 1982 r. opublikował on książkę *Megatrends. The New Directions Transforming Our Lives*, która zapoczątkowała dyskusję wśród ekonomistów, socjologów i politologów, poświęconą przyszłym zmianom na świecie. J. Naisbitt określił megatrendy jako „znaczące zmiany gospodarcze, społeczne, polityczne i technologiczne, które kształtują się powoli, lecz gdy już zaistnieją, to przez pewien czas wywierają wpływ na wszystkie dziedziny życia – średnio od siedmiu do dziesięciu lat”, J. Naisbitt, P. Aburdene, *Megatrends 2000. Ten new directions for 1990s*, s. 25, cyt. za: E. Załoga, *Trendy...*, s. 11. Definicja ta nie straciła swojej aktualności. Według niej megatrend rozumiany jest jako „narastająca fala zmian, która formuje się powoli, jest prawie nieodwracalna, towarzyszy jej poczucie nieuchronności i ma dalekosiężne skutki społeczne”, Projekt badawczy firmy Alcatel-Lucent wspólnie z ENPC School of International Management, 2012, www.alcatel-lucent.com [dostęp 20.04.2015]. Współczesne trendy identyfikują i opisują m.in. L.C. Thurow, *Powiekszenie bogactwa*, Wyd. Helion, Gliwice 2006; M. Castells, *Spółczesność sieci*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008; A. Wierzbicki, *Edukacyjne i kulturowe wyznaczniki rozwoju i kreatywności: Ogólne aspekty interdyscyplinarne*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, referat na posiedzenia Komitetu, Warszawa 18 marca 2009 roku oraz J. Sachs, *Nasze wspólne bogactwo*, Wyd. Naukowe PAN, Warszawa 2009, za: B. Poskrobko, *Współczesne...*, s. 110.

87 W raporcie *Globalne trendy* opublikowanym 10 grudnia 2012 r. przez Narodową Radę Wywiadu USA przewiduje się koniec globalnej dominacji USA na świecie w perspektywie do 2030 r. Chiny osiągną poziom PKB USA według parytetu siły nabywczej (ang. *Purchase Power Parity*, PPP) do 2020 r., według kursu rynkowego do 2030 r. Kierunek tych zmian potwierdzają również analizy PwC, które wskazują na niezwykle głęboką zmianę w układzie sił na świecie do 2050 r. O ile w 2009 r. PKB wg PPP był ponad 40% wyższy w krajach G7 (USA, Japonia, Niemcy, W. Brytania, Francja, Włochy, Kanada), w porównaniu z krajami E7 (Chiny, Indie, Brazylia, Rosja, Indonezja, Meksyk, Turcja), to ok. 2050 r. sytuacja diametralnie się zmieni. PKB liczony wg PPP będzie w krajach G7 na poziomie około połowy krajów E7. Za: A. Szablewski, *Nowe megatrendy w światowej gospodarce*, Forum wymiany poglądów IRIS Views pod patronatem Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, Warszawa 27 maja 2014, https://www.gpw.pl/wydarzenia/?ph_tresc_glowna_start=show&ph_tresc_glowna_cm_n_id=48729 [dostęp 03.04.2015].

Przedstawione w tabeli 18 ogólne trendy rozwojowe gospodarki światowej pozwalają zauważyć wiele podobieństw w wizjach rozwoju świata, wykreowanych przez czołowych badaczy. Trendy te, ulegając pewnym modyfikacjom w poszukiwaniu cech trwałych oraz ciągłości procesów, kreują rozwój społeczno-gospodarczy współczesnej gospodarki światowej. Dominujące kierunki rozwoju tej gospodarki i ich zasięg przedmiotowy oraz podmiotowy wyznaczane są przez globalizację, integrację i transformację.

Tabela 18. Wybrane ogólne trendy rozwojowe uznane w literaturze przedmiotu

Autor/autorzy	Ogólne trendy rozwojowe
J. Naisbitt (1982)	Od społeczeństwa przemysłowego do społeczeństwa informacyjnego Od technologii siłowej do ultratechnologii Od gospodarki narodowej do gospodarki globalnej Od myślenia krótkofalowego do myślenia długofalowego Od centralizacji do decentralizacji Od pomocy zinstytucjonalizowanej do samopomocy Od demokracji przedstawicielskiej do demokracji uczestniczącej Od hierarchii do sieci Z Północy na Południe Od schematu „albo – albo” do wielokrotnego wyboru
J. Naisbitt & P. Aburdene (1990)	Gwałtowna globalizacja problemów gospodarczych w latach 90. XX w. Renesans w sztuce Powstanie socjalizmu wolnorynkowego Globalizacja stylu życia oraz nacjonalizm kultury Prywatyzacja w krajach o rozbudowanym systemie pomocy społecznej Wzrost znaczenia krajów Pacyfiku Dekada kobiet jako przywódców Era biologii Wzrost zainteresowania religią związany z rozwojem tysiąclecia Triumf jednostki
C. Thurow (1999)	Koniec ery komunizmu Rozwój nowoczesnych technologii i powstanie gospodarki opartej na wiedzy Wzrost liczby ludności, któremu będzie towarzyszył wzrost mobilności i starzenie się ludzkości Globalizm – powstanie i umacnianie się gospodarki globalnej Początek tzw. wielobiegunowego świata bez dominującego mocarstwa
S. Lee & C. Lee (2002); S. Lee & al. (2007)	Digitalizacja Deregulacja i prywatyzacja Zmiany demograficzne Zmiany w przemyśle Fala konwergencji w mediach Komodalność procesów Zwiększenie znaczenia gospodarek wschodzących Od jakości myślenia do prędkości myślenia

Autor/autorzy	Ogólne trendy rozwojowe
Badacze Copenhagen Institute for Future Studies (2006)	Starzenie się ludności Globalizacja Rozwój technologiczny Dobrobyt/pomyślność Indywidualizacja Komerccjalizacja Zdrowie i środowisko Akceleracja „Usieciowienie” życia gospodarczego Urbanizacja
T. Nurmi & O. Hietanen, (2008)	Wzrost gospodarki Azji Postępująca globalizacja i urbanizacja Wzrost znaczenia zrównoważonego wzrostu Dalszy wzrost zużycia energii w transporcie
B. Fiedor (2010)	Kształtowanie się tzw. nowej gospodarki i społeczeństwa informacyjnego oraz rosnąca rola edukacji i innowacji we wzroście Globalizacja gospodarki światowej i pogłębienie się nierówności cywilizacyjnych i dochodowych w świecie Ekologiczne uwarunkowania i skutki dotychczasowych wzorców rozwoju Wpływ odmienności kulturowych i światopoglądowych na wzorce zachowań mikroekonomicznych i modele rozwoju społeczno-gospodarczego
M. Ovaskainen & M. Tinnilä, (2011)	Zmiany w strukturze wieku ludności oraz zachodzące procesy urbanizacji Zwrot społeczeństw w kierunku całodobowego dostępu do dóbr, usług i konsumpcji Wszzechogarniające wykorzystanie ICT Ekspansja siły konsumentów spowodowana dostępnością informacji w sieciach E-handel, e-zakupy oraz ekspansja mobilnych usług Globalizacja biznesu, będąca skutkiem strukturalnych zmian spowodowanych konkurencją, w tym w usługach biznesowych
Badacze Centre for Future Studies, Uniwersytet w Kent (2013)	Więcej niż mniej – wzrost popytu na zasoby powoduje potrzebę koncentracji na efektywności ich wykorzystania Personalny szyk – usługi i produkty „szyte na miarę” Zróżnicowana demografia – starzejące się społeczeństwo krajów należących do OECD uwzględnia aspekty zdrowotne w stylu życia i jedzenia, jednocześnie w krajach biednych brakuje żywności W ruchu – wzrost mobilności wynikający ze zmiany miejsca pracy, miejsca zamieszkania, chęci do podróżowania iŚwiat – wzrost cyfryzacji w procesach gospodarczych i społecznych

Źródło: opracowano na podstawie: E. Załoga, *Trendy w transporcie lądowym Unii Europejskiej*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013, s. 11–17; A. Szablewski, *Nowe megatrendy w światowej gospodarce*, Forum wymiany poglądów IRIS Views pod patronatem Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, Warszawa 27.05.2014; M. Tinnilä, *Impact of Future Trends on Banking Services*, „Journal of Internet Banking and Commerce” 2012, vol. 17, no. 2, s. 4–7.

Wielowymiarowy proces głębokich przekształceń światowej gospodarki oddziałuje z różną intensywnością na poszczególne sektory gospodarowania oraz życie społeczne dokonując przesunięć równowagi w strukturze PKB, które wynikają ze wzrostu roli usług w gospodarce (tabela 19). Zjawisko to określane „serwicyzacją gospodarki” wyraża się zarówno zwiększeniem udziału sektora usług w tworzeniu wartości dodanej, jak i rozszerzeniem rozmaitych funkcji usługowych w pozostałych sektorach gospodarki, indukując jednocześnie wzrost popytu na usługi transportowe⁸⁸. Równocześnie utrwalił się trend stopniowego przechodzenia od rynku producenta do rynku konsumenta. Jednym z przejawów tego przechodzenia jest pojawienie się modelu społeczeństwa postindustrialnego, charakteryzującego się wyższym poziomem wydatków na konsumpcję oraz rosnącym zapotrzebowaniem na produkty i usługi dopasowane do indywidualnych potrzeb, co znajduje odzwierciedlenie w strategiach rozwoju transportu.

Tabela 19. Sektorowa struktura wartości dodanej brutto i zatrudnienia (w %)

Wyszczególnienie	Rok	Rolnictwo	Przemysł	Usługi	
				ogółem	transport
Gospodarka światowa					
Udział wartości dodanej brutto	2005	8,4	33,3	58,3	5,1
	2012	6,1	30,4	63,5	5,7
Struktura zatrudnienia	2005	35,1	21,0	43,9	3,2
	2012	30,5	19,2	50,3	3,6
Gospodarka UE					
Udział wartości dodanej brutto	2005*	1,8	26,4	71,8	7,1
	2012	1,7	25,0	73,3	7,8
Struktura zatrudnienia	2005*	6,6	25,2	68,2	4,2
	2012	5,2	22,6	72,2	4,8

* UE 27.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Global economic prospects, managing the next wave of globalization*, The World Bank, Washington 2007; *Global economic prospects, having fiscal space and using it*, The World Bank, Washington 2014; *The world factbook*, www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/ [dostęp 08.05.2015]; *UE transport in figure: Statistical Pocketbook*, Luxemburg 2014.

⁸⁸ *Gospodarka oparta na wiedzy. Materiały do studiowania*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Białystok 2011, s. 61.

Pozycjonując rolę transportu we współczesnych procesach społeczno-gospodarczych, słuszną wydaje się więc konstatacja o wzrastającym jego znaczeniu zarówno w tradycyjnym modelu gospodarczym, jak i w modelu opartym na konwencji ładu zintegrowanego. Prawdziwość tej tezy potwierdziła analiza literatury przedmiotu oraz wydarzenia związane z globalnym kryzysem gospodarczym lat 2007–2010, który dotknął UE. Wyniki realizowanych projektów badawczych i dorobek piśmienniczy autorów indywidualnych jednoznacznie wskazują, iż rozwój transportu w UE, w tym również w Polsce oraz w innych obszarach świata, znajduje się pod silnym wpływem ogólnych trendów rozwojowych⁸⁹.

Rosnące zainteresowanie nauki badaniem współzależności występujących między ogólnymi trendami rozwojowymi a trendem rozwoju transportu pozwoliło jednocześnie zauważyć, że brakuje kompleksowych i bezpośrednich odniesień do wpływu megatrendów na kształtowanie potrzeb energetycznych transportu. Brak tych odniesień może świadczyć o występowaniu luki badawczej w tym zakresie. W opinii autorki luka ta wynika z dużej złożoności czynników kształtujących te potrzeby i wagi problemów związanych z tymi czynnikami. Stanowisko to znalazło odzwierciedlenie m.in. w badaniach realizowanych przez EEA oraz w badaniu Delphi, które zostało przeprowadzone w ramach projektu UE TRANSvision. Badania te wskazują, że potrzeby energetyczne analizowane są przede wszystkim jako jedna z determinant kształtujących popyt na transport⁹⁰. W opinii ekspertów uczestniczących w badaniu Delphi potrzeby te stały się najważniejszym czynnikiem w kształtowaniu popytu na transport, przy czym ich istotność zależna była przede

89 Zob. m.in.: *Potential changes in emissions due to improvements in travel efficiency – Final Report*, U.S. Environmental Protection Agency 2011; *Future value chain 2020*, Capgemini, The Consumer Goods Forum, HP, 2011; Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport (SLoCaT), <http://www.slocat.net/> [dostęp 15.04.2015]; *Delivering tomorrow. Logistics 2050: A scenario study*, Deutsche Post DHL 2012, <http://www.delivering-tomorrow.com/> [dostęp 22.11.2015]; *Logistyka przyszłości*, red. H. Brdulak, PWE, Warszawa 2012; P. Goodwin, *Peak travel, peak car and the future of mobility: Evidence, unresolved issues, policy implications, and a research agenda*, Discussion Paper no. 2012–13, International Transport Forum, Paris 2012; K. Van Dender, M. Clever, *Recent trends in car usage in advanced economies – slower growth ahead?*, Discussion Paper no. 2013–09, International Transport Forum, Paris 2013; I. Shergold, G. Lyons, Ch. Hubers, *Future mobility in an ageing society – Where are we heading?*, „Journal of Transport & Health” 2015, no. 2, s. 86–94.

90 *Beyond transport policy – exploring and managing the external drivers of transport demand*, Illustrative case studies from Europe, EEA Technical Report, 2008, no. 12.

wszystkim od cen energii⁹¹. Jednocześnie eksperci podkreślili, że są one trudne do identyfikacji w horyzoncie czasowym do 2050 r. Trudność w precyzyjnym oszacowaniu wpływu potrzeb energetycznych na wielkość i strukturę popytu na transport wynika z konieczności przeprowadzenia wieloaspektowej analizy, która dotyczyłaby m.in.: cen energii, podaży energii, popytu na energię, możliwości wykorzystania paliw alternatywnych i nowych systemów napędowych, skutków zmian klimatu, emisji GHG, gospodarowania zasobami naturalnymi, polityki w sprawie zmian klimatycznych, nowej infrastruktury energetycznej oraz zarządzania bezpieczeństwem⁹².

Obserwowane w ostatnich latach na świecie, w tym szczególnie w państwach członkowskich UE, coraz większe zainteresowanie zjawiskiem zrównoważenia i jego implikacjami dla procesów planowania i funkcjonowania transportu potwierdziło potrzebę wieloaspektowej analizy potrzeb energetycznych transportu, co znalazło uzasadnienie m.in. w badaniach Narodowego Programu Foresight „Polska 2020”⁹³. Wielokryterialne podejście do rozwoju i kształtowanie potrzeb energetycznych transportu wymaga określenia przyczyn kreowania tych potrzeb, a następnie zbudowania naukowych relacji przyczynowych. Zdaniem Cz. Domańskiego, analiza przyczynowo-skutkowa umożliwia istotne dla nauki, formalne określenie struktury teoretycznej badanego procesu czy zjawiska⁹⁴. Analiza ta została wykorzystana do interpretacji zależności ustalonych w badaniu potrzeb energetycznych transportu, które przedstawiono w podrozdziale 3.4 rozprawy.

Pierwszym etapem tego badania była identyfikacja ogólnych trendów rozwojowych wskazanych w literaturze przedmiotu. Następnie zawężono obszar obserwacji do zdefiniowanych przez autorkę ogólnych trendów rozwojowych determinujących potrzeby energetyczne transportu UE, koncentrując się przede wszystkim na kształtowaniu tych potrzeb w od-

91 C. Sessa, R. Enei, *EU transport demand: Trends and drivers, EU Transport GHG: Routes to 2050?*, AEA, 2009, s. 10.

92 <http://www.isis-it.net/survey4/ResultsOverview.asp?DisplayHeader=Yes&SurveyID=103> [dostęp 12.01.2015].

93 Narodowy Program Foresight „Polska 2020” realizowany był w latach 2006–2008. Od 2007 r. autorka uczestniczyła w badaniach prowadzonych w jego ramach jako członek Zespołu Ekspertów Zewnętrznych. Zakres tych badań obejmował trzy obszary: Zrównoważony Rozwój Polski, Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne oraz Bezpieczeństwo. W ramach tych obszarów określono 20 tematów szczegółowych, wśród których znalazły się m.in.: źródła i wykorzystywanie zasobów energetycznych, transport, zasoby naturalne, bezpieczeństwo ekonomiczne oraz nowe technologie.

94 *Metody statystyczne. Teoria i zadania*, red. Cz. Domański, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001, s. 6.

niesieniu do transportu samochodowego. W przyjętym podejściu wyodrębniono siedem grup czynników, które implikują potrzeby energetyczne transportu UE (tabela 20). Zdefiniowane zależności wskazują, iż rozwój i kształtowanie potrzeb energetycznych transportu UE pozostają pod silnym wpływem ekonomicznych, społecznych, technologicznych oraz środowiskowych i geopolitycznych uwarunkowań gospodarki światowej. Analiza wpływu ogólnych trendów rozwojowych na kierunki rozwoju potrzeb energetycznych transportu UE stanowi jedno z wielu możliwych rozwiązań przyczynowo-skutkowej interpretacji zależności ustalonych w badaniu tych potrzeb.

Złożoność analizy rozwoju i kształtowania potrzeb energetycznych transportu UE wynika z mnogości relacji zachodzących między ogólnymi trendami rozwojowymi a zmianami tych potrzeb oraz trudności w kwantyfikacji tych relacji. Na podstawie szerokiego przeglądu literatury przedmiotu, dokonując identyfikacji określonych powyżej relacji, wskazano na dwie zasadnicze kategorie wpływu trendów rozwojowych na kształtowanie potrzeb energetycznych transportu UE, tj. na wpływ bezpośredni i pośredni. Dążąc do określenia potrzeb energetycznych transportu, uszczegółowiono zakresy tych wpływów, definiując działania, które wzmacniają popyt na paliwa oraz te, które go osłabiają. Jednocześnie, mając na względzie złożony charakter kształtowania potrzeb energetycznych transportu UE, nie można wykluczyć istnienia innych relacji mających wpływ na te potrzeby. Stanowisko takie jest wyrazem uznania szczególnej roli transportu w rozwoju społeczno-gospodarczym. Rozwój ten jest bowiem kategorią dynamiczną i wyzwala coraz to nowe aspekty, wpływające na funkcjonowanie transportu⁹⁵.

Zagadnienia rozwoju i kształtowania potrzeb energetycznych transportu w układach narodowych i ponadnarodowych stały się szczególnie istotne z uwagi na postępujący proces globalizacji. W świetle przedstawionych w tabeli 20 zależności można uznać, że globalizacja, niezależnie od wielu ujęć definicyjnych, nadała nowy wymiar współczesnym procesom gospodarczym, skutkując szybkim wzrostem światowego handlu, ekspansją geograficzną gospodarki i rosnącą złożonością międzynarodowych powiązań gospodarczych. Rozwija się ona na bazie postępującej liberalizacji działalności gospodarczej, deregulacji i integracji gospodarek narodowych, zwłaszcza w ramach takich międzynarodowych organizacji

95 Zob. m.in.: *Koszty i opłaty w transporcie*, red. M. Bąk i in., Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s. 47; A.S. Grzelakowski, *Polityka transportowa Unii Europejskiej i jej implikacje dla systemu transportowego Polski*, Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2008, *Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Zająca, wyd. VI, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2016.

Tabela 20. Wpływ ogólnych trendów rozwojowych na zmiany potrzeb energetycznych transportu UE

Lp.	Trendy	Efekty/zależności	Oddziaływanie	
1.	Wzrost gospodarczy i globalizacja	Odbudowa wzrostu dobrobytu społeczeństw UE po ostatnim kryzysie gospodarczym	P	↑
		Wysoka dynamika wzrostu popytu na usługi transportowe w UE	B	↑
		Wzrost zapotrzebowania na paliwa przez branżę produkcyjne	P	↓
		Wysoka dynamika wzrostu popytu na paliwa transportowe w innych regionach świata	P	↓
		Przesuwanie się siły gospodarczej do Chin i Indii	P	↑
		Dynamiczne zmiany tras przepływów towarowych	B	↑
		Przesunięcia modalne w transporcie	B	↑
		Zmiany konfiguracji łańcuchów dostaw	P	↑
		Wzrost wymiany międzynarodowej	P	↑
2.	Zmiany demograficzne	Wzrost populacji osób starszych w UE	B	↓
		Wzrost liczby ludności na świecie	P	↑
3.	Zmiany w przewozach osób	Wzrost mobilności pracowników	B	↑
		Procesy urbanizacyjne	P	↑
		Zmiana nawyków zakupowych	P	↑
		Silny rozwój motoryzacji indywidualnej	B	↑
		Migracje	B	↑
		Rozwój turystyki	B	↑
		Malejący udział transportu publicznego w ruchu pasażerskim jako całości w wielu krajach UE	B	↑
		Wzrost znaczenia zdrowego trybu życia	P	↓
		Większa siła mediów społecznościowych	P	↓
4.	Postęp w dziedzinie nauki oraz technologii	Rozwój jednostek ładunkowych	B	↓
		Poprawa efektywności paliwowej pojazdów	B	↓
		Globalna sieć internetowa	P	↓
		Powstanie gospodarki opartej na przepływach	B	↓
		Rozwój inteligentnych systemów transportowych	B	↓
5.	Ilościowe i jakościowe zmiany zasobów paliw kopalnych	Wyczerpywanie się aktualnie eksploatowanych zasobów paliw transportowych	B	↓
		Odkrywanie nowych złóż surowców, głównie gazu i ropy	B	↑

Lp.	Trendy	Efekty/zależności	Oddziaływanie	
		Bariery technologiczne, środowiskowe i prawno-instytucjonalne eksploatacji nowych złóż surowców	P	↓
		Spadek ciągłości dostaw paliw	B	↓
		Spadek znaczenia paliw stałych w strukturze światowych zasobów surowców	B	↓
6.	Geopolityczne uwarunkowania rozmieszczenia zasobów paliw kopalnych	Ryzyko wzrostu cen paliw	B	↑
		Niepewność dostaw paliw	P	↑
7.	Zrównoważony rozwój	Wzrost świadomości ekologicznej UE	P	↓
		Rozwój ekologistyki, utylizacji i recyklingu	P	↓
		Wzrost znaczenia regulacji w zakresie ochrony środowiska i poprawy bezpieczeństwa ekonomicznego, w tym regulacji wynikających z polityki klimatyczno-energetycznej	P	↓
		Redukcja zużycia paliw w procesach	B	↓
		Redukcja produkcji odpadów w procesach	P	↓
		Nowa kultura mobilności w miastach	B	↓

B – bezpośrednie; P – pośrednie; ↑ – wzmacniające; ↓ – osłabiające

Źródło: opracowanie własne.

i ugrupowań integracyjnych, jak WTO, APEC, UE, NAFTA⁹⁶. W efekcie tych zmian globalizacja zdefiniowała nowy charakter konkurencyjności. Procesy globalizacji, wskazując na konieczność harmonijnej integracji i koordynacji wszystkich elementów łańcucha dostaw, wymusiły potrzebę tworzenia nowej jakości transportu⁹⁷. Dzięki nowoczesnym formom przewozu możliwe stało się łączenie wielu regionów świata w jeden wspólnie działający obszar wymiany handlowej, funkcjonujący w ramach współpracy w coraz bardziej złożonych globalnych łańcuchach logistycznych.

⁹⁶ Rynek transportu i logistyki w Polsce, ING Bank, Warszawa 2007, s. 12.

⁹⁷ E. Załoga, Czynniki determinujące jakość polskiego transportu, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu Lądowego” 2006, nr 34, s. 163–172.

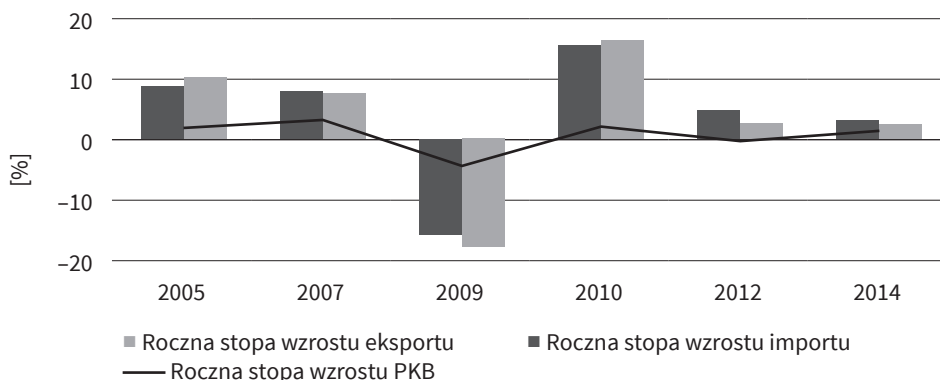
3.4. Analiza potrzeb energetycznych transportu samochodowego w warunkach gospodarki globalnej

3.4.1. Rozwój transportu samochodowego

Na podstawie szerokiego przeglądu literatury przedmiotu oraz wyników projektów i prac badawczych o zasięgu krajowym, jak i międzynarodowym dokonano analizy rozwoju transportu, koncentrując się na identyfikacji kierunków zmian w przewozach samochodowych. Aby uporządkować dane i zapewnić ich porównywalność, w analizach wykorzystano aktualne statystyki dostępne w bazach m.in. Eurostat, Odyssee Mure, OECD, Banku Światowego oraz GUS, odnoszące się do transportu ładunków oraz osób.

Funkcjonowanie transportu UE w zakresie przewozu ładunków podlega silnym oddziaływaniom uwarunkowań egzogenicznych, które wynikają z jego roli w gospodarce. Transport znacząco wspiera międzynarodową współpracę i odgrywa zasadniczą rolę w tworzeniu światowej sieci obrotu dobrami konsumpcyjnymi oraz w transferze dóbr inwestycyjnych między krajami. Nowoczesne łańcuchy dostaw, należące często do rozproszonych sieci logistycznych, determinują szerszy zakres działalności transportowej, co wiąże się bezpośrednio ze wzrostem współczynnika przeładunku⁹⁸. Coraz powszechniejszy podział procesu produkcji na etapy realizowane w różnych krajach powoduje bowiem wielokrotny transfer produktów w różnych stadiach ich procesu produkcyjnego, co wpływa na tempo wzrostu wymiany handlowej (rysunek 18). W efekcie wzrost wymiany międzynarodowej jest wyższy niż wzrost produktu krajowego brutto (PKB), co potęguje wzrost zapotrzebowania na energię w transporcie.

98 Współczynnik przeładunku wyraża liczbę ogniów w łańcuchu dostaw. Wyliczany jest on na podstawie dwóch czynników. Pierwszy z nich dotyczy operacji przewozowych dostawców pośrednich zaangażowanych w proces produkcyjny, zaś drugi operacji przewozowych związanych z realizacją ostatecznej dostawy. Z analizy schematów dystrybucji przedstawionych w ramach badania Ecotra (EC-IPTS, 2006) wynika, że dostarczenie produktu od producenta do odbiorcy wymaga dwóch lub trzech operacji przewozowych. Natomiast produkcja każdego elementu samochodu wymaga średnio siedem operacji przewozowych. Zob. więcej: *Logistyka jako instrument przeciwdziałania zmianom klimatu*, Departament tematyczny: Polityka strukturalna i Polityka spójności, Bruksela 2010, s. 22–23; *Environmental impact of products (EIPRO); Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*, Institute for Prospective Technological Studies, Luxembourg 2006.



Rysunek 18. Średnie roczne tempo wzrostu PKB i wymiany międzynarodowej w UE w okresie 2005–2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Eurostat, code: tec00115, tec00110 [dostęp 05.05.2015].

Wzrost potrzeb energetycznych transportu wzmacniany jest dodatkowo przez postępujące wdrażanie koncepcji *lean management*. Koncepcja ta, ukierunkowana na maksymalną redukcję poziomu zapasów i organizację zaopatrzenia w systemie *just in time*, wymusza istotne zmiany w funkcjonowaniu transportu⁹⁹. W rezultacie zmniejsza się zapotrzebowanie na przemieszczanie ładunków masowych, przy równoczesnym wzroście popytu na przewozy ładunków drobnicowych. Odejście od gospodarki opartej na zapasach i powstanie gospodarki opartej na przepływach wymaga bowiem szybkich, regularnych, elastycznych i realizowanych na czas przepływów ładunków. Można zauważyć, że działalność taka spowodowała wyraźne przesunięcia międzygałęziowe, kierując potrzeby przewozowe w stronę transportu samochodowego, który jest najmniej efektywny energetycznie (tabela 21).

Z przedstawionej w tabeli 21 struktury gałęziowej przewozów ładunków wynika, że wraz ze wzrostem całkowitej pracy przewozowej (wyrażonej w tkm) następował wzrost aktywności transportu samochodowego w zakresie przewozów ładunków. W 2013 r. transport ten odpowiadał za prawie 45% pracy przewozowej ogółem, obejmującej przewóz ładunków. Analiza tendencji kształtowania się wielkości pracy przewozowej w transporcie towarowym potwierdziła, że popyt na transport towarowy oraz stopa wzrostu PKB i wymiany międzynarodowej są ze sobą powiązane. Spowolnienie wzrostu gospodarczego

⁹⁹ Zob. szerzej: A. Szymonik, *Logistyka produkcji*, Difin, Warszawa 2012; E. Pająk, *Zarządzanie produkcją*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2011.

Tabela 21. Wybrane charakterystyki dla przewozów ładunków w UE w latach 1995–2013

Wyszczególnienie	Jednostka	1995**	2000	2007	2009	2010	2013
Praca przewozowa	mld tkm*	3 069	3 513	4 199	3 662	3 862	3 768
Struktura gałęziowa przewozów ładunków:	% tkm	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
transport samochodowy		42,0	43,3	45,8	46,4	45,7	44,9
transport kolejowy		12,6	11,5	10,8	9,9	10,2	10,8
transport wodny śródlądowy		4,0	3,8	3,5	3,6	4,0	4,0
transport morski		37,6	37,7	36,7	36,7	36,8	37,2
transport lotniczy		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
transport rurociągowy		3,7	3,6	3,1	3,3	3,2	3,0
Struktura gałęziowa przewozów ładunków transportem lądowym:	% tkm	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
transport samochodowy		71,9	74,1	76,7	77,8	77,4	76,8
transport kolejowy		21,7	19,7	18,0	16,7	17,3	18,2
transport rurociągowy		6,4	6,2	5,3	5,5	5,3	5,0
Transportochłonność (2000 = 100)	tkm/1000 EUR PKB***	113,2	100,0	105,4	95,8	97,4	94,5

* tkm – tonokilometr, ** UE-27, *** PKB w cenach z 2000 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Energy, transport and environment indicators: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2014, s. 132; *EU energy in figures: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2014; *EU transport in figures: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2015, s. 37; bazy danych Eurostat i Odyssee [dostęp 02.03.2015].

i wymiany międzynarodowej spowodowało spadek pracy przewozowej z 4199 mld tkm w 2007 r. do 3662 mld tkm w 2009 r., tj. o 12,8%. Należy jednocześnie podkreślić, iż skutki kryzysu gospodarczego najbardziej dotknęły samochodowy transport towarowy, co świadczy o silnej korelacji między PKB a wielkością popytu na ten rodzaj przewozów w UE. Aktywność samochodowego transportu ładunków (wyrażona w tkm) zmniejszyła się w okresie 2007–2009 o 11,8% przy jednoczesnym spadku PKB w 2009 r. o 4,5% w stosunku do roku poprzedniego. Natomiast w kolejnych latach, tj. w okresie 2010–2013, stopniowy wzrost wymiany międzynarodowej i PKB przełożył się na 13,4% wzrost wolumenu pracy przewozowej zrealizowanej przez samochodowy transport ładunków. Jak zauważa D. Bernacki, zjawisko to należy wiązać z cyklem obniżania i wzrostu zapasów dóbr finalnych

w obrocie towarowym i w produkcji oraz rozróżnieniem między konsumpcją a wydatkami konsumpcyjnymi¹⁰⁰.

Analizując przesunięcia międzygałęziowe w transporcie towarowym, należy także zwrócić uwagę na charakterystyki dotyczące udziału transportu samochodowego w przewozach lądowych, które potwierdzają jego dominującą rolę w przewozach na krótkie i średnie odległości. Trendy suburbanizacyjne, będące ważnym czynnikiem sprawczym zmian w standardach kulturowych i konsumpcyjnych, spowodowały intensyfikację przewozów zaopatrzeniowych i kooperacyjnych dla różnych gałęzi przemysłu. W ciągu ostatnich kilkunastu lat struktura i potoki transportu towarowego zmieniły się, odzwierciedlając wyższy poziom dobrobytu społecznego mieszkańców. Obszary miejskie wytwarzające średnio w UE ponad 85% PKB brutto implikują zwiększone zapotrzebowanie na samochodowy transport towarowy¹⁰¹. W konsekwencji tych zmian w 2013 r. 76,8% pracy przewozowej (wyrażonej w tkm) lądowego transportu towarowego w UE zrealizowana została przez środki transportu samochodowego, tj. odpowiednio o 4,9 p.p. więcej niż w 1995 r. Wzrost udziału transportu samochodowego w rynku lądowych przewozów towarowych pogłębił jednocześnie niekorzystny kierunek zmian dla transportu kolejowego. W okresie 1995–2013 udział transportu kolejowego w lądowych przewozach ładunków zmniejszył się w UE z 21,7 do 18,2%, przy jednoczesnym 5,2% wzroście pracy przewozowej. Odnotowany w badanym okresie wzrost aktywności transportu kolejowego był jednak niewystarczający wobec 33,6% wzrostu popytu na przewozy samochodowe ładunków¹⁰².

Przy ogólnym dla UE wzroście pracy przewozowej realizowanej przez środki transportu samochodowego w latach 1995–2013 można zauważyć istotne różnice między państwami UE-15 i UE-13¹⁰³. Statystyki poszczególnych krajów UE dotyczące przewozu ładunków z wykorzystaniem środków transportu samochodowego wskazują, że w przypadku państw UE-13 dynamiczny wzrost zapotrzebowania na transport samochodowy powiązany był ze wzrostem dobrobytu społeczeństw, a także z ekspan-

100 D. Bernacki, *Wzrost gospodarczy a popyt na przewozy towarowe w Polsce*, [w:] *Innowacje w transporcie. Korzyści dla użytkownika*, red. E. Załoga, B. Liberadzki, Zeszyty Naukowe nr 603, Ekonomiczne Problemy Usług nr 59, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2010, s. 27.

101 U. Motowidlak, *Rola transportu miejskiego w realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2015, nr 249, s. 173.

102 *EU transport in figures: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2015, s. 37.

103 *UE energy and transport...*; European Commission 2010, s. 110–112; *UE energy and transport...*; European Commission 2015, s. 132–133.

sją na rynki zagraniczne i wzrostem przewozów międzynarodowych¹⁰⁴. W okresie objętym badaniem średnioroczna stopa wzrostu pracy przewozowej dla tego rodzaju transportu w państwach UE-13 wynosiła 12,3%, natomiast w państwach UE-15 średnie roczne tempo tego wzrostu stanowiło 0,8%. Przykładami państw w grupie państw UE-13, które charakteryzowały się najwyższym wzrostem aktywności ciężarowego transportu samochodowego w obsłudze ładunków w latach 1995–2013, były Łotwa (z 31,6% roczną stopą wzrostu), Bułgaria (22,2%), Litwa (21,4%) oraz Polska (20,2%). W Polsce transport samochodowy zdominował obsługę ładunków w przewozach lądowych, zwiększając swój udział w strukturze tych przewozów z 42,6% w 1995 r. do 80,5% w 2013 r.

Zależność między wielkością i strukturą popytu na transport, a poziomem dobrobytu społeczeństw potwierdziły także badania prowadzone m.in. przez AECOM Limited oraz DG for Mobility and Transport¹⁰⁵. Z badań tych wynika, że 3/4 przewiezionej masy ładunków zrealizowane zostały w ramach dostaw o charakterze lokalnym i regionalnym. Szczegółowe charakterystyki jednoznacznie wskazały na postępującą koncentrację wykorzystania środków transportu samochodowego przy przewozie ładunków na krótkie odległości. W 2011 r. towarowe przewozy drogowe krótkodystansowe (do 50 km) stanowiły 55% udział w obsłudze całkowitej masy ładunków przewiezionej środkami transportu samochodowego w UE. Warto więc spojrzeć na trendy suburbanizacyjne jako na czynnik determinujący wzrost potrzeb energetycznych transportu oraz emisji CO₂. Z analiz skutków ekonomicznych i środowiskowych funkcjonowania łańcuchów dostaw wynika bowiem, że ostatnie ogniwo tych łańcuchów jest najmniej efektywne. Zwykle dostawy realizowane są w warunkach większego zatłoczenia szlaków komunikacyjnych oraz z wykorzystaniem mniejszych pojazdów samochodowych, co zwiększa transportochłonność i implikuje wzrost zużycia paliw i emisji CO₂¹⁰⁶. Ważność tych zagadnień wzrasta wobec prognoz potwierdzających brak wyraźnych zmian w strukturze gałęziowej lądowych przewozów ładunków w UE do 2050 r. (tabela 22).

Analizując prognozy dotyczące rozwoju światowej gospodarki, można zauważyć, że mimo przejściowego zahamowania dynamiki tego rozwoju z powodu kryzysu gospodarczego i niestabilnej sytuacji gospodarczej

104 *World Trade Report 2014*, WTO, Genewa 2014, https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report14_e.pdf [dostęp 15.05.2015].

105 G. Clarke, *Collection and analysis of data on the structure of the road haulage sector in the European Union. Task A Report Final*, AECOM House, 2014.

106 *The contribution of transport to air quality*, EEA Report no. 10, European Environment Agency, 2012.

Tabela 22. Prognoza pracy przewozowej i struktury gąsziowej w lądowych przewozach ładunków w UE do 2050 r.

UE	2010		2020		2030		2040		2050		Średnioroczne tempo wzrostu (%)		
	mld tkm	%	mld tkm	%	mld tkm	%	mld tkm	%	mld tkm	%	2010–2020	2020–2030	2030–2050
Transport lądowy ładunków													
Ogółem:	2 158,3	100,0	2 562,2	100,0	3 001,7	100,0	3 258,7	100,0	3 433,6	100,0	1,7	1,6	0,7
transport samochodowy	1 764,4	81,7	2 076,4	81,0	2 399,4	79,9	2 594,8	79,6	2 729,6	79,5	1,6	1,5	0,6
transport kolejowy	393,9	18,3	485,8	19,0	602,3	20,1	663,9	20,4	704,0	20,5	2,2	2,2	0,8
Transport samochodowy ładunków													
UE-15	1 333,5	69,7	1 522,6	69,3	1 754,5	68,8	1 886,6	68,8	1 988,0	68,8	1,3	1,4	0,6
UE-13	430,9	74,1	553,8	74,7	644,9	73,4	708,2	73,0	741,6	72,7	2,5	1,5	0,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 87–145.

wielkość handlu międzynarodowego UE w nadchodzących latach będzie rosła, skutkując wzrostem popytu na transport ładunków¹⁰⁷. Niekwestionowana rola transportu w rozwoju wymiany międzynarodowej towarów i usług spowodowała zmianę podejścia do ujmowania kosztów transportu zgodnie z tzw. nową teorią handlu zagranicznego. Teoria ta wywodzi się z fundamentalnego modelu P. Krugmana¹⁰⁸ i bazuje na innych założeniach niż wcześniejsza teoria neoklasyczna, oparta na koncepcji przewagi komparatywnej. Nowa teoria handlu mająca istotne znaczenie dla zrozumienia dynamicznego wzrostu wymiany międzynarodowej zakłada, iż wzrost obrotów handlowych wymaga poniesienia dodatkowych jednostkowych kosztów transportu¹⁰⁹. Odwołując się do prowadzonych badań w zakresie struktury kosztów w transporcie, można stwierdzić, że potrzeby energetyczne transportu stanowią ważny czynnik kształtujący te koszty¹¹⁰. Istota i złożoność tego zagadnienia będzie przedmiotem rozważań w dalszej części rozprawy.

Z prognoz wielkości pracy przewozowej w lądowym transporcie ładunków ogółem w latach 2010–2050 wynika zwiększenie przewozów z 2158,3 do 3433,6 mld tkm, co oznacza wzrost o 59,1% (tabela 22). Analizując strukturę gałęziową pracy przewozowej transportu lądowego w obsłudze ładunków, można zauważyć utrzymującą się dominację transportu samochodowego w stosunku do transportu kolejowego. Według referencyjnego scenariusza prognozy *Reference Scenario 2013* aktywność ciężarowego transportu samochodowego będzie wzrastała średnio w skali roku o 1,3% do 2050 r. Warto zauważyć, że średnioroczne tempo wzrostu tej aktywności w poszczególnych dekadach jest niejednakowe. Najwyższą, tj. 1,6% średnią roczną stopę wzrostu pracy przewozowej transportu towarowego w ruchu drogowym prognoza zakłada w latach 2010–2020.

107 *Global economic prospects: Having fiscal space and using it*, The World Bank, Washington 2015.

108 P. Krugman przyjął w modelu, że produkty są zróżnicowane horyzontalnie, co powoduje wzrost satysfakcji konsumentów z możliwości ich posiadania. Dzięki temu założeniu wykazał, że może powstać handel wewnątrzgałęziowy produktami zróżnicowanymi horyzontalnie. Handel ten przyczynia się do zwiększenia ilości odmian poszczególnych dóbr i do obniżki ich cen na rynku. Za: J. Michałek, *Nowy nurt w teorii handlu międzynarodowego i jego znaczenie dla analizy skutków integracji walutowej w krajach Europy Środkowo-Wschodniej*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, Warszawa 2013, s. 4, www.pte.pl/pliki/pdf/PTE_4_25-11.pdf [dostęp 21.08.2015].

109 A. Cieślík, J. Michałek, A. Michałek, *Determinanty działalności eksportowej polskich przedsiębiorstw*, „Gospodarka Narodowa” 2012, nr 7–8, s. 68–69.

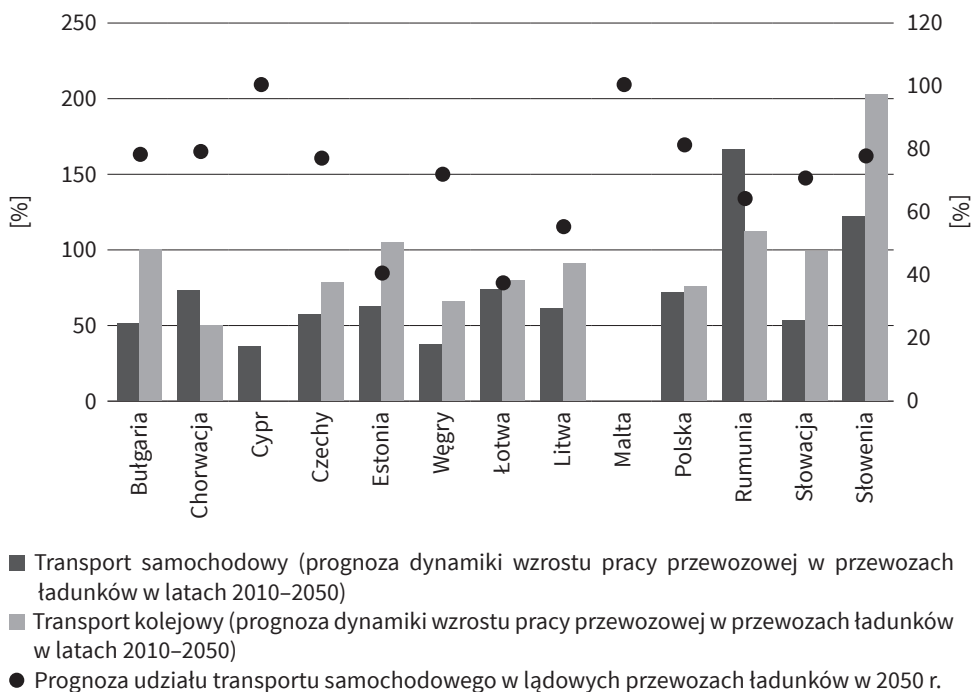
110 Zob. więcej: *Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics. Lot 1: Analysis of the EU logistics sector*, Final Report, European Commission, 2015, s. 49–62.

Analizując bardziej szczegółowe charakterystyki, można zauważyć znaczące różnice między tempem wzrostu aktywności ciężarowego transportu samochodowego (wyrażonej w pracy przewozowej) w państwach UE-13 i UE-15. W okresie 2010–2020 średnioroczne stopy wzrostu pracy przewozowej transportu samochodowego, wykonanej w zakresie przewozów ładunków w państwach UE-13 i UE-15, mają wynieść odpowiednio 2,5% i 1,3%. W kolejnych dekadach poziom tych stóp powinien osiągać zbliżone wartości, odpowiadające średniej rocznej stopie wzrostu dla państw UE-15. Spadek stopy tego wzrostu w państwach UE-13 uzasadnia osiągnięcie przez te kraje poziomu rozwoju gospodarczego charakterystycznego dla państw UE-15, co ogranicza tempo zmian.

Dynamika wzrostu pracy przewozowej w przewozach ładunków z wykorzystaniem środków transportu samochodowego będzie się znacząco różniła w obrębie państw UE-13 w okresie 2010–2050 (rysunek 19, lewa oś wartości). Prognoza wskazuje, że najwyższa dynamika tego wzrostu dotyczy Rumunii (166,4%) i Słowenii (122%), zaś najniższa Węgier i Cypru (ok. 31%). W Polsce przewozy ładunków z wykorzystaniem środków transportu samochodowego mają wzrosnąć w 2050 r. o 71,9% w stosunku do 2010 r. Z prognozy tej wynika, że w krajach UE-13, z wyjątkiem Rumunii i Chorwacji, wyższa będzie dynamika wzrostu przewozów ładunków transportem kolejowym niż samochodowym. W przypadku Polski i Łotwy dynamika wzrostu tych przewozów transportem kolejowym będzie tylko nieznacznie wyższa od analogicznej dynamiki dotyczącej transportu samochodowego.

Jednocześnie przewiduje się, że ten korzystny trend wzrostu przewozów ładunków transportem kolejowym nie spowoduje jednak istotnych zmian w strukturze gałęziowej pracy przewozowej w przewozach ładunków środkami transportu lądowego. Zgodnie z prognozą, dominacja przewozów samochodowych nad przewozami kolejowymi w obsłudze ładunków prawie we wszystkich państwach UE-13 będzie wyraźna (rysunek 19, prawa oś wartości). W Polsce udział transportu samochodowego w rynku towarowych przewozów lądowych w 2050 r. ma ukształtować się na poziomie 80,9%. Wysoka przewaga przewozów samochodowych nad przewozami kolejowymi w 2050 r. prognozowana jest także dla Chorwacji (78,8% udział transportu samochodowego w strukturze lądowych przewozów ładunków), Bułgarii (77,9%) oraz Słowenii (77,4%). Stosunkowo niski udział transportu kolejowego w strukturze gałęziowej pracy przewozowej w UE kontrastuje w okresie prognozy z analogicznymi udziałami tego transportu na Łotwie i w Estonii. Prognozy wskazują bowiem, że w krajach tych przewozy kolejowe utrwalą swoją dominującą pozycję w zakresie przewozów ładunków

środkami transportu lądowego, osiągając w 2050 r. odpowiednio 62,8% oraz 59,7%. Zgodnie z prognozą wzrost popytu na przewozy ładunków transportem kolejowym wystąpi także w niektórych państwach UE-15, tj. w Belgii, Danii, Francji, Hiszpanii, Szwecji i Wielkiej Brytanii. Wobec przedstawionych powyżej rozważań można stwierdzić, że prognozowane w okresie kolejnych dekad zmiany wolumenu pracy przewozowej, jak i struktury gałęziowej w przewozach ładunków jednoznacznie wskazują na utrzymanie dominacji transportu samochodowego w kreowaniu potrzeb energetycznych transportu.



Rysunek 19. Prognoza dynamiki wzrostu pracy przewozowej w latach 2010–2050 i udziału transportu samochodowego w lądowych przewozach ładunków w państwach UE-13 w 2050 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 87–145.

Kolejnym czynnikiem wzrostu popytu na transport ładunków jest nieefektywna organizacja wielu przewozów. Istotna dla globalnych sieci logistycznych kompresja czasoprzestrzeni, wynikająca z fragmentaryza-

cji produkcji, generuje gęstą sieć krótkich wysyłek¹¹¹. Przewóz najczęściej małych ładunków, który realizowany jest głównie z wykorzystaniem środków transportu samochodowego, powoduje, że środki te nie są wykorzystywane optymalnie (rysunek 20). Z badań prowadzonych przez B. Liberadzkiego wynika bowiem, że „wymóg dostawy *just in time* i substitucja między kosztami transportu a innymi kosztami czyni użytkowników mniej wrażliwymi na cenę przewozu, a bardziej wrażliwymi na jakość usługi”¹¹². Z uwagi na zaburzenia równowagi ruchu transportowego i praktyk logistycznych puste przebiegi są w pewnym stopniu typowym problemem w obsłudze ładunków transportem samochodowym¹¹³.

Problem ten dotyczy przede wszystkim podmiotów wykonujących przewozy na potrzeby własne, a także mniejszych przewoźników wykonujących przewozy na zlecenie. Posiadanie niewielkiej ilości pojazdów samochodowych oraz brak chęci współdziałania z innymi podmiotami wykonującymi przewozy powoduje, iż możliwości minimalizacji pustych przebiegów przez wspomnianych przewoźników są bardziej ograniczone niż w przypadku przewoźników dysponujących rozbudowanym parkiem pojazdów ciężarowych, mających wielu załadowców i współdziałających na rynku z innymi przewoźnikami¹¹⁴. Minimalizacja pustych przebie-

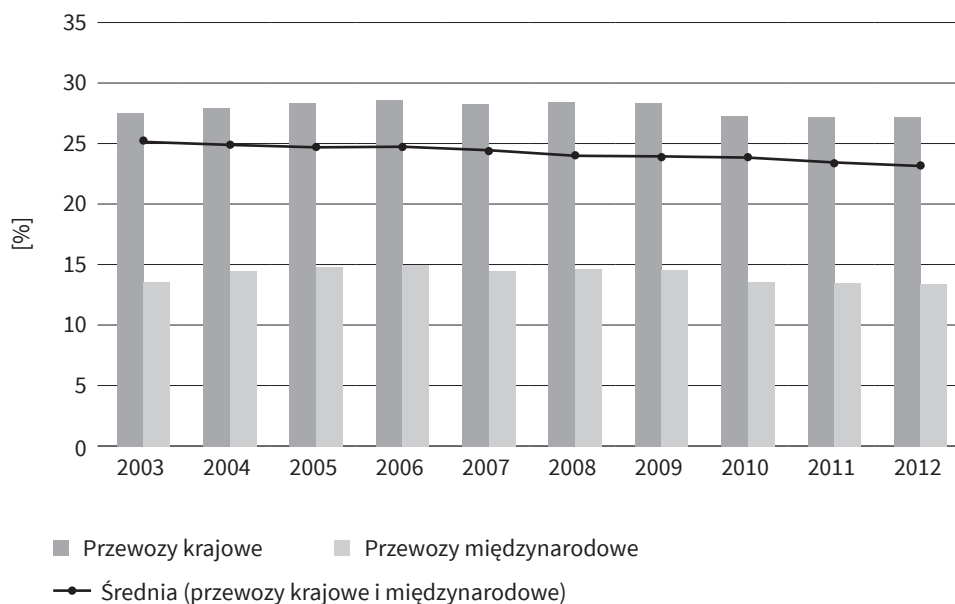
111 Rozwój tzw. produkcji wieloetapowej, określanej też mianem procesu fragmentaryzacji w skali międzynarodowej, uwarunkowany jest głównie optymalnym wykorzystywaniem przewagi lokalizacyjnej poszczególnych krajów i etapów produkcji, co oznacza lokowanie tej produkcji tam, gdzie czynniki produkcji są względnie tańsze lub względnie bardziej efektywne. Zob. J. Misala, *Zarys teoretycznych podstaw rozwoju długookresowych przewag konkurencyjnych w handlu międzynarodowym ze szczególnym uwzględnieniem ich istoty, czynników determinujących i ich analizy*, Prace i materiały Instytutu Gospodarki Światowej, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2012, s. 55.

112 B. Liberadzki, *Europejska polityka transportowa*, [w:] *Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski*, red. B. Liberadzki, L. Mindur, wyd. II uzup., Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa–Radom 2007, s. 36.

113 Znaczny udział przebiegów pustych jest typowy dla przewozów samochodowych. Aktualnie brakuje wiarygodnych i spójnych danych statystycznych na temat tego udziału w odniesieniu do innych gałęzi transportu. Nie można jednak wykluczyć, że problem pustych przebiegów występują również w innych gałęziach transportu. Zob. więcej: *Współczesne problemy rozwoju lądowo-morskich systemów transportowych*, red. J. Dąbrowski, T. Nowosielski, Instytut Transportu i Handlu Morskiego Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013; A. Kurek, T. Ambroziak, *Koncepcja organizacji przemieszczeń kontenerów na sieci kolejowej w Polsce. Wybrane aspekty optymalizacji procesu przemieszczeń*, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, „Transport” 2013, z. 97, s. 313–315.

114 I. Nowotyńska, *Zagadnienie minimalizacji pustych przebiegów w firmie kurierskiej*, „Modern Management Review” 2014, vol. XIX, nr 21(1), s. 83.

gów jest również istotnym problemem dla przewoźników realizujących przewozy ładunków na krótkich trasach. Dotyczy ono zwłaszcza systemu obsługi logistycznej miasta oraz dostaw ładunków w mikrosystemie logistycznym przedsiębiorstwa produkcyjnego.



Rysunek 20. Udział pustych przebiegów w całkowitej liczbie pojazdokilometrów w transporcie samochodowym ładunków w UE w latach 2003–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Road transport vademecum 2006, 2009; Road freight transport vademecum 2011*, DG MOVE oraz bazy danych Eurostat [dostęp 05.05.2015].

Zważywszy na niepożądany wpływ pustych przebiegów na zużycie paliw, a także na emisje CO₂, zwiększenie efektywności systemu transportowego jest jednym z celów europejskiej polityki transportowej. Zilustrowane na rysunku 20 dane nie wskazują wprawdzie bezpośrednio na rosnącą wydajność transportu, wynikającą z poprawy organizacji pracy transportowej, ale uprawniają do stwierdzenia, że wydajność ta miała wpływ na nieznaczny spadek poziomu pustych przebiegów w ostatnich latach¹¹⁵. Niemniej poziom pustych przebiegów wciąż po-

¹¹⁵ Do opracowania rysunku 20 wykorzystano dane pochodzące z baz Eurostat oraz DG Move. Dostępne miary współczynnika obciążenia środków transportu samochodowego nieznacznie różniły się. Różnice te mogły wynikać z rodzaju transportowanego ładunku, a także maksymalnej masy i wielkości pojazdu. Zob. więcej:

zostaje wysoki. W 2012 r. ponad 23% ogółu pojazdokilometrów przebiegu samochodów ciężarowych w UE wykonały puste pojazdy ciężarowe. Ponadto wyniki analizy powszechności pustych przebiegów na różnych segmentach rynku wskazują, że segmenty bardziej narażone na konkurencję, np. międzynarodowy transport ładunków, cechuje o wiele mniej pustych przebiegów niż te, które podlegają ograniczeniom operacyjnym, realizując przewozy krajowe. Stąd w badanym okresie wskaźnik pustych przebiegów dla przewoźników świadczących usługi transportowe na trasach krajowych był średnio dwukrotnie większy niż dla przewoźników międzynarodowych. W 2012 r. wskaźnik ten dla krajowego transportu samochodowego ukształtował się na poziomie ok. 27%, co wobec zaprezentowanej struktury gałęziowej lądowego transportu towarowego można uznać za istotne źródło wzrostu potrzeb energetycznych transportu i emisji CO₂.

Bogato udokumentowane w literaturze przedmiotu badania w zakresie poprawy efektywności funkcjonowania łańcuchów logistycznych wskazują, że istnieje związek między długością trasy przewozu ładunku, a efektywnością wykorzystania przestrzeni ładunkowej. Z badań tych wynika, że wraz ze wzrostem dystansu, jaki ma pokonać środek transportu, przedsiębiorstwa transportowe dążą do poprawy efektywności przewozu poprzez wykorzystanie zjawiska efektu skali¹¹⁶. Źródłem tej poprawy jest eksploatacja pojazdów ciężarowych o większej ładowności oraz konsolidacja ładunków, co m.in. tłumaczy niższe charakterystyki dotyczące pustych przebiegów w transporcie międzynarodowym w stosunku do przewoźników krajowych.

Analiza wartości wskaźników wykorzystania przebiegu pojazdów pokazuje, że różnią się one znacznie dla poszczególnych państw członkowskich UE. Przewoźnicy z Danii, Szwecji i Niemiec są bowiem bardziej produktywni niż z innych państw członkowskich UE. W 2012 r. udział pustych przebiegów w ogólnej liczbie pojazdokilometrów w transporcie samocho-

Beladingsgraad van gewicht en volume. Het vergelijken van lood met veren, Transport en Logistiek, Nederlands 2013.

116 Zob. więcej: D. McFadden, C. Winston and A. Boersch-Supan, *Joint estimation of freight transportation decisions under non-random sampling*, [w:] *Analytical studies in in transport economics*, ed. A. Daugherty, Cambridge University Press, Cambridge 1986, s. 137–157; J. Holguin-Veras, *Revealed preference analysis of commercial vehicle choice process*, „Journal of Transportation Engineering” 2002, no. 128(4), s. 336–346; M. Abate, G.C. de Jong, *The optimal shipment size and truck size choice – the allocation of trucks across hauls*, „Transportation Research”, Part A, 2014, vol. 59, s. 262–277. Za: A. Hoen, *Options for the road freight sector to meet long term climate targets*, European Transport Conference, Frankfurt 2014, pdf, www.pbl.nl/.../PBL_2015_Options%20for%20the%20 [dostęp 18.05.2015].

wym ładunków w przewozach krajowych wynosił dla tych trzech państw odpowiednio 14%, 17% i 20%, podczas gdy np. w Bułgarii, na Cyprze oraz na Łotwie udział ten przekroczył 40%. W Polsce w 2012 r. średnio 22% przejazdów w transporcie samochodowym ogółem odbyło się bez ładunku. Dla transportu krajowego w Polsce udział pustych przebiegów w ogólnej liczbie pojazdokilometrów był wyższy i wynosił 34%. Natomiast w transporcie międzynarodowym puste przebiegi stanowiły 13% ogółu przejazdów wykonanych przez polskich przewoźników. Warto zaznaczyć, że puste przebiegi w Polsce są stopniowo redukowane. Według danych GUS w 2013 r. odsetek pustych przebiegów w całkowitej liczbie pojazdokilometrów w transporcie samochodowym ładunków zmniejszył się o 1 p.p. w stosunku do 2012 r. zarówno ogółem, jak i dla przewozów krajowych¹¹⁷.

Ze statystyk dotyczących 2013 r. wynika, że tendencja spadkowa udziału pustych przebiegów w ogóle przewozów mierzonych w pojazdokilometrach dotyczyła zdecydowanej większości państw członkowskich UE. Tendencja ta doprowadziła w 2013 r. do obniżenia średniego wskaźnika pustych przebiegów w całkowitej liczbie wykonanych pojazdokilometrów w UE o 2,2 p.p. w stosunku do 2012 r. W 2013 r. efektywność przewozów poprawili przewoźnicy z Danii, Szwecji i Niemiec. Utrzymali oni jednocześnie najniższe wskaźniki pustych przebiegów w całkowitej liczbie zrealizowanych pojazdokilometrów, które wynosiły odpowiednio 12%, 15% i 19%¹¹⁸.

W literaturze przedmiotu i dokumentach Parlamentu Europejskiego (PE) wskazano potrzebę zmniejszenia poziomu pustych przebiegów w kabożu jako środek poprawy organizacji transportu. Z przeprowadzonych badań wynika, że ograniczenia dotyczące przewozów kabotażowych wpływają negatywnie na przewoźników, którzy nie są w stanie efektywnie zorganizować swojej działalności transportowej¹¹⁹. Warto zaznaczyć, że wskaźnik pustych przebiegów w przewozach ogółem dla przewozów kabotażowych w UE w 2012 r. stanowił prawie 50% ogółu tych przewozów¹²⁰.

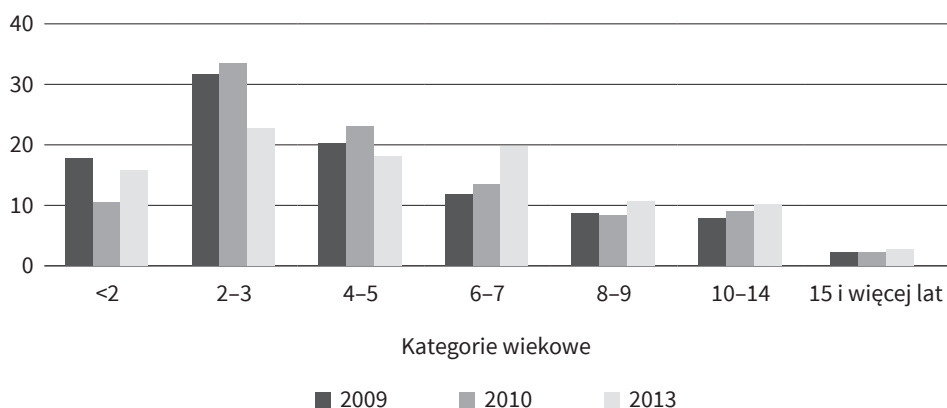
117 *Transport wyniki działalności w 2012 roku*, GUS, Warszawa 2013; *Transport wyniki działalności w 2013 roku*, GUS, Warszawa 2014.

118 M. Bąk, *Wyzwania jednolitego europejskiego obszaru transportowego w transporcie drogowym ładunków*, [w:] *Wybrane problemy rozwoju systemów transportowych w drugiej dekadzie XXI wieku*, red. M. Bąk, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu i Logistyka” 2015, nr 54, s. 10–11.

119 J. Dunne, *Mapping the cost of non-Europe. 2014–19*, European Parliament, First edition, Brussels 2014, <http://www.europarl.europa.eu/the-secretary-general/resource/static/files//files/mapping-the-cost-of-non-europe--march-2014-.pdf> [dostęp 12.02.2015].

120 Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie stanu unijnego rynku transportu drogowego, KOM(2014) 222, s. 6–7.

Wielkość potrzeb energetycznych transportu samochodowego determinowana jest także przez strukturę wieku użytkowanych pojazdów ciężarowych. Analizując statystyki struktury wiekowej tych pojazdów, można uznać, iż pozytywnym trendem wynikającym ze zwiększającego się popytu na transport ładunków jest relatywnie duży udział nowoczesnych, bardziej ekologicznych (w zakresie norm Euro) pojazdów ciężarowych. Jednak kryzys gospodarczy, którego kulminacja przypadła na lata 2008–2010, spowodował wyhamowanie procesu odnowienia parku pojazdów ciężarowych w UE (rysunek 21). W 2010 r. największy spadek aktywności w samochodowym transporcie ładunków dotyczył bowiem pojazdów w kategorii wiekowej do 2 lat. W roku tym udział tych pojazdów w przewozach ładunków realizowanych środkami transportu samochodowego zmniejszył się o 38,4% w stosunku do 2009 r. W kolejnych latach tendencja spadkowa tego udziału objęła głównie tabor ciężarowy w kategorii wiekowej od 2 do 4 lat.



Rysunek 21. Struktura samochodów ciężarowych w UE według wieku (% ogółem tkm)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych bazy Eurostat, [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Road_freight_transport_in_the_EU-28_by_age_of_vehicle,_2009-2013_\(mio_tkm\).png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Road_freight_transport_in_the_EU-28_by_age_of_vehicle,_2009-2013_(mio_tkm).png) [dostęp 15.04.2015].

Wnioski wynikające z analizy struktury wieku pojazdów użytkowanych w transporcie samochodowym ładunków UE wskazują, że w 2013 r. 22,8% pracy przewozowej została zrealizowana z wykorzystaniem pojazdów ciężarowych kategorii wiekowej od 2 do 4 lat. Oznacza to spadek aktywności tych pojazdów o 10,7 p.p. w stosunku do 2010 r. Jednocześnie należy podkreślić, że w latach 2010–2013 o 5,3 p.p. zwiększył się udział wykorzystania pojazdów w wieku do 2 lat w strukturze pracy przewozowej transportu samochodowego ładunków, co można odczytywać jako sygnał odnowie-

nia taboru ciężarowego. W badanym okresie pojazdy używane przez przewoźników państw UE-15 były młodsze niż pojazdy używane przez przewoźników państw UE-13. Z danych wynika, że w latach 2010–2013 prawie 50% pracy przewozowej przewoźników państw EU-15 wykonana została z wykorzystaniem pojazdów ciężarowych w wieku do 4 lat. W państwach UE-13 wykorzystanie pojazdów w tej kategorii wiekowej wynosiło 32%. Pojazdy starsze niż 10 lat stanowiły w przewozach ładunków w państwach UE-13 i UE-15 odpowiednio 24% i 10%,.

Charakterystyki struktury wiekowej taboru ciężarowego wskazują jednocześnie, że w Grecji 33% tego taboru w 2012 r. należało do kategorii wiekowej 10–14 lat, zaś pojazdy ciężarowe liczące 15 i więcej lat stanowiły 20% ogółu użytkowanych pojazdów ciężarowych. W 2012 r. krajem o najkorzystniejszej strukturze wiekowej pojazdów ciężarowych okazały się Niemcy. Ze struktury tej wynikało bowiem, że 27% taboru ciężarowego użytkowanego przez niemieckich przewoźników nie przekraczało 2 lat, zaś tylko 4% mieściło się w przedziale wiekowym 10–14 lat, a wiek 1% taboru przekraczał 15 lat.

W Polsce pojazdy ciężarowe dla wskazanych powyżej kategorii wiekowych (do 2 lat, 10–14 lat i powyżej 15 lat) stanowiły odpowiednio: 10%, 20% i 8%¹²¹. Należy jednocześnie zaznaczyć, że Polska wprowadzanie nie należy jeszcze do krajów o wysokim udziale parku nowych pojazdów, ale w okresie 2003–2013 udział pojazdów poniżej 2 lat w ogólnej liczbie taboru ciężarowego zwiększył się o ok. 7 p.p.¹²² Odnowienie taboru pojazdów ciężarowych wynika m.in. z dużej aktywności polskich przewoźników na międzynarodowych trasach i egzekwowania przez państwa członkowskie UE regulacji prawnych w zakresie norm emisji spalin.

Badanie struktury wiekowej taboru ciężarowego przez pryzmat daty wprowadzania kolejnych uregulowań prawnych odnośnie do wymagań emisyjnych dla silników samochodów ciężarowych doprowadziło do wniosku, iż w 2009 r. ok. 82% przewozów ładunków transportem samochodowym (wyrażonego w tkm) wykonano z wykorzystaniem taboru ciężarowego spełniającego normy emisji Euro 3 i Euro 4. W latach 2010 i 2013 wykorzystanie tego taboru wzrosło i wyniosło odpowiednio 89% i 84%. Ponadto w wyniku badania ustalono, że z wykorzystaniem pojazdów ciężarowych spełniających normy emisji Euro 5 w 2013 r. wykonano ok. 15% ogółu pracy przewozowej zrealizowanej w obsłudze

121 Szacunków dokonano na podstawie danych Eurostat, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/a/ac/Share_of_age_categories_in_road_goods_transport%2C_2012_%28%25_in_vkm%29.pg [dostęp 15.01.2015].

122 M. Bąk, *Wyzwania...*, s. 13.

ładunków transportem samochodowym, zaś udział pojazdów ciężarowych spełniających normy emisji Euro 6 w realizacji tej pracy wynosił ok. 1%¹²³.

Przedstawione charakterystyki rozwoju transportu lądowego w obsłudze ładunków w UE wskazują na utrzymującą się nadal w najbliższych dekadach dominację transportu samochodowego nad kolejowym. Należy jednocześnie podkreślić, że zmiany cywilizacyjne w światowej gospodarce spowodowały również istotne przeobrażenia w przewozach osób państw członkowskich UE. Warto dodatkowo odnotować, że oddziaływanie czynników gospodarczych, społecznych, technologicznych oraz środowiskowych na mobilność ludności UE wykazuje bardzo złożony przyczynowo-skutkowy charakter. Badanie preferencji transportowych i określenie ich wpływu na popyt na transport osób jest stosunkowo trudnym zadaniem. Dane dotyczące przewozów osób są bowiem mniej dostępne w porównaniu z danymi opisującymi transport ładunków. Zależność tę potwierdzono m.in. w materiałach II Międzynarodowego Forum Transportowego, które odbyło się w 2015 r. w Paryżu¹²⁴. Dążąc do określenia potrzeb energetycznych transportu i kreowanych przez te potrzeby emisji CO₂, istotne jest jednak zdefiniowanie głównych kierunków zmian w przewozach osób oraz wskazanie ich uwarunkowań.

Wyniki analizy potrzeb przemieszczania się osób w państwach członkowskich UE wskazują na wyraźny trend wzrostu mobilności społeczeństw i towarzyszący mu rozwój motoryzacji indywidualnej (tabela 23). W latach 1995–2012 trend ten doprowadził do 19% wzrostu przewozów osób (liczonych w pasażerokilometrach), przy czym ten wzrost nie odpowiadał założeniom zrównoważonego rozwoju transportu UE. W warunkach systematycznego wzrostu pracy przewozowej w transporcie osób ukształtowała się bowiem wyraźna nierównowaga pomiędzy dostępnymi rodzajami i środkami transportu. Analizowana struktura gałęziowa przewozów osób, podobnie jak w przypadku przewozów ładunków, jest w wielu przypadkach makroekonomicznie nieefektywna. Wynika to m.in. z dominującej pozycji samochodów osobowych w transporcie osób, co potwierdza analiza struktury gałęziowej lądowych przewozów osób, jak i przewozów ogółem.

W latach 1995–2009 udział samochodów osobowych w przewozach osób środkami transportu lądowego wzrósł odpowiednio z 80,9 do 82,6%,

123 Przybliżone szacunki własne w oparciu o strukturę pojazdów ciężarowych według wieku oraz uregulowań prawnych dotyczących norm emisji CO₂ dla silników samochodów ciężarowych i autobusów.

124 P. Bolsi, *Estimating passenger mobility by tourism statistics*, DG Move, 2nd International Transport Forum Statistical Meeting, OECD Conference Centre, Paris, 1–2 April 2015, <http://www.itf-oecd.org/search/site/1.%09Bolsi%20P> [dostęp 12.06.2015].

przy 1,4% średniorocznej stopie wzrostu pracy przewozowej, zrealizowanej z ich wykorzystaniem. Silna tendencja do korzystania z samochodów osobowych spowodowała jednocześnie spadek udziału transportu zbiorowego w pracy przewozowej wykonanej w lądowych przewozach osób z 19,1% w 1995 r. do 17,4% w 2009 r., przy 0,6% średnim rocznym wzroście pracy przewozowej zrealizowanej przez środki przewozowe transportu zbiorowego. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że wyraźny spadek PKB UE w 2008 r. nie wpłynął na zmniejszenie aktywności na rynku przewozów pasażerskich. Świadczy to o oddzieleniu rozwoju transportu pasażerskiego i wzrostu PKB, co stanowiło jeden z celów polityki transportowej UE oraz strategii rozwoju zrównoważonego¹²⁵. Występujące w przypadku przewozów osób zjawisko *decouplingu* stanowi interesujący obszar badań w aspekcie szeroko rozumianego ujęcia transportu zrównoważonego¹²⁶, jednak analiza tego zjawiska wykracza poza obszar badawczy niniejszej rozprawy.

Badanie aktywności na rynku przewozów osób w UE w 2012 r. wskazuje na niski, stanowiący 1,6%, spadek pracy przewozowej ogółem w stosunku do 2009 r. Jednocześnie wystąpiły niewielkie przesunięcia w strukturze gałęziowej pracy przewozowej wykonanej w przewozach osób transportem lądowym. W warunkach, charakterystycznej dla państw UE, preferencji motoryzacji indywidualnej, w okresie 2009–2012 nastąpił nieznaczny, wynoszący 1 p.p., wzrost udziału komunikacji zbiorowej w przewozach osób środkami transportu lądowego, któremu towarzyszył 3,2% wzrost pracy przewozowej. Warto zauważyć, że we wspomnianym okresie osoby korzystały z dostępnej oferty przewozowej transportu zbiorowego (obejmującej przewozy autobusami i autokarami, środkami transportu kolejowego, tramwajami i metrem). Należy jednocześnie zaznaczyć, że rosnąca skala korzystania z komunikacji zbiorowej nie powinna być odczytywana jako zmniejszanie się roli samochodów osobowych w transporcie pasażerskim.

125 W literaturze przedmiotu zerwanie związku między wzrostem gospodarczym a rozwojem transportu lub przynajmniej osłabienie tego związku określane jest jako „*decoupling*”. W najprostszym rozumieniu *decoupling* oznacza sytuację, w której gospodarka rozwija się w innym tempie niż transport. Za: A. Skala-Pożniak, *Zjawisko decouplingu w gospodarce w okresie transformacji*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2010, z. 72, s. 102–103.

126 Zob. m.in. P. Tapio, *Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001*, „Transport Policy” 2005, vol. 12, s. 137–151; P. Tapio, D. Banister, J. Luukkanen, J. Vehmas, R. Willamo, *Energy and transport in comparison: Immaterialisation, dematerialisation and decarbonisation in the EU15 between 1970 and 2000*, „Energy Policy” 2007, vol. 35(1), s. 433–451.

Tabela 23. Wybrane charakterystyki dla transportu osób w UE w latach 1995–2012

Wyszczególnienie	Jednostka	1995**	2000	2007	2009	2010	2012
Praca przewozowa	mld pkm*	5 372	5 966	6 468	6 498	6 435	6 391
Struktura gałęziowa w przewo- zach osób:	% pkm	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
samochody osobowe		73,3	73,0	72,6	73,5	73,4	72,2
dwukołowe pojazdy silnikowe		2,2	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0
autobusy i autokary		9,4	9,2	8,5	8,2	8,2	8,2
transport kolejowy		6,5	6,2	6,1	6,2	6,3	6,5
tramwaje i metro		1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5
transport lotniczy		6,5	7,8	8,9	8,1	8,2	9,0
transport morski		0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Struktura gałęziowa w przewo- zach osób transportem lądowym:	% pkm	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
samochody osobowe		80,9	81,6	82,2	82,6	82,5	81,6
autobusy i autokary		10,4	9,9	9,4	8,8	8,9	9,3
transport kolejowy		7,3	7,1	6,9	7,0	7,0	7,4
tramwaje i metro		1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7
Transportochołność (2000 = 100)	pkm/1000 EUR PKB***	109,3	100,0	92,1	99,4	96,4	94,1

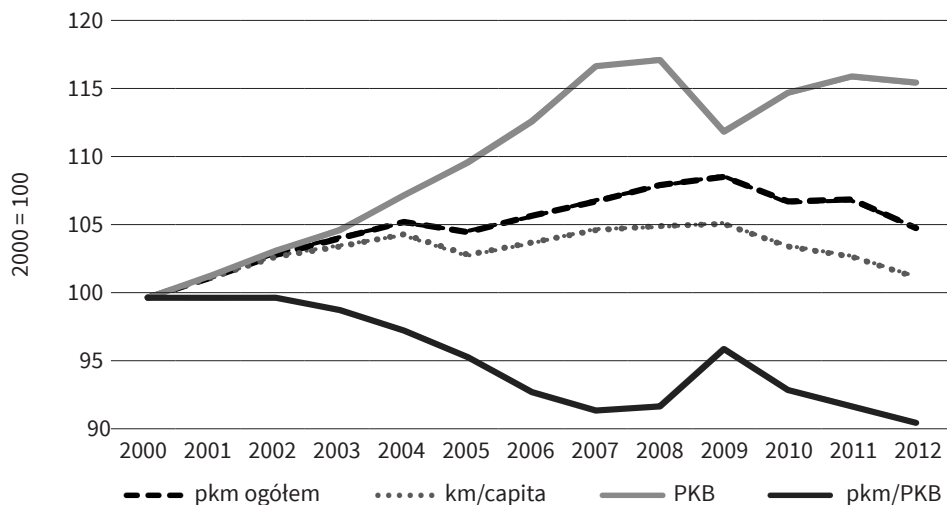
*pkm – pasażerokilometr, **UE-27, ***PKB w cenach z 2000 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *EU energy in figures: Statistical pocketbook*, s. 47, Luxembourg 2014; bazy danych Eurostat i Odyssee [dostęp 02.03.2015].

Interpretacja zmian w pracy przewozowej i strukturze gałęziowej przewozów osób transportem lądowym wymaga wieloaspektowej analizy przemian zachodzących w sferze gospodarczej i społecznej. Nie budzi jednak wątpliwości fakt spadku mobilności *per capita* w UE po 2009 r. (rysunek 22). Ponadto słabszy stał się związek między rozwojem gospodarczym a wzrostem pracy przewozowej w ruchu pasażerskim.

Zmiany w strukturze pracy przewozowej transportu lądowego wykonanej w przewozach osób w państwach członkowskich UE w latach 1995–2012 zmierzały w dwóch zasadniczych kierunkach (rysunek 23). Pierwszy z nich dotyczył państw UE-13, w których na masową skalę upowszechniła się motoryzacja indywidualna. W konsekwencji tych zmian w 2012 r. 80,8% pracy przewozowej w transporcie lądowym osób w państwach UE-13 stanowiły przewozy samochodami osobowymi. Jednakże na Litwie, w Polsce, na Słowacji, w Chorwacji, w Estonii i na Malcie

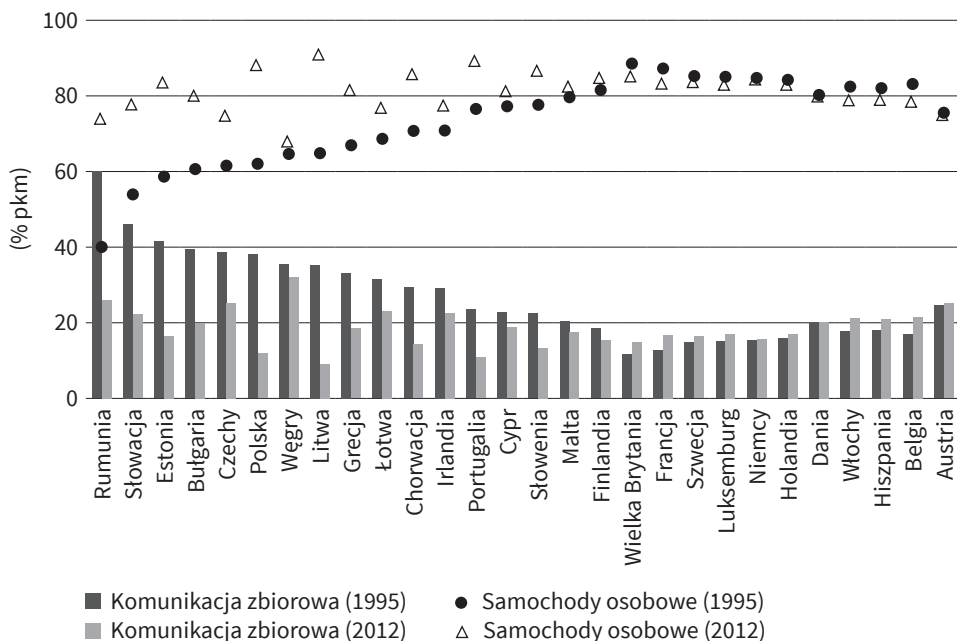
udział samochodów osobowych w lądowym ruchu pasażerskim w 2012 r. przekroczył średni unijny poziom tego udziału wynoszący 81,6%. W Polsce udział ten wynosił 88,2%.



Rysunek 22. Tendencje obrazujące zmiany PKB i pracy przewozowej w transporcie osób w UE w latach 2000–2012

Źródło: opracowano na podstawie B. Lapillonne, P. Pollier, *Energy efficiency trends in transport in the EU*, Enerdata, 2015, s. 31.

Utrwalająca się dominacja samochodów osobowych w zaspokajaniu potrzeb przewozowych osób w ruchu lądowym, a także procesy restrukturyzacyjne związane z transformacją ustrojową państw Europy Środkowej i Wschodniej spowodowały spadek udziału transportu kolejowego oraz komunikacji miejskiej w strukturze pracy przewozowej transportu lądowego wykonanej w przewozach osób w państwach UE-13. W związku z powyższym udział publicznego transportu zbiorowego w przewozach osób z wykorzystaniem środków transportu lądowego (wyrażonych w pkm) w grupie tych państw zmniejszył się z 35,4% w 1995 r. do 19,2% w 2012 r. W Polsce w okresie 1995–2012 udział ten zmniejszył się z 38,0 do 11,8%. Jednakże w kilku państwach UE-13 udział publicznego transportu zbiorowego w pracy przewozowej osób ogółem wykonanej z wykorzystaniem środków transportu lądowego był znacznie wyższy i przekraczał średni unijny udział, wynoszący 18,4%. Taka sytuacja cechowała Węgry (w kraju tym udział publicznego transportu zbiorowego w pracy przewozowej w transporcie lądowym osób wyniósł 32,0%), Czechy (25,2%), Łotwę (23,1%), Słowację (22,2%) i Bułgarię (19,9%).



Rysunek 23. Struktura pracy przewozowej transportu lądowego wykonanej w przewozach osób w państwach członkowskich UE w latach 1995–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdtr210&plugin=1> [dostęp 26.05.2015]; *Energy efficiency trends in the transport sector in the EU*, Odyssee Mure, AEA, Oxford 2012, s. 35.

Sytuacja w wymienionych powyżej krajach nie zmienia jednak zasadniczego wniosku, że przewozy osób własnymi środkami transportu samochodowego pozostają w konflikcie z realizacją celów gospodarki niskoemisyjnej UE. Z badań zrealizowanych w ramach Odyssee-Mure Project wynika, że samochody osobowe wymagają średnio trzy razy więcej energii do wykonania pracy przewozowej o wartości jednego pkm niż autobusy oraz odpowiednio sześć razy więcej energii, niż tramwaje, metrowo i pociągi¹²⁷.

Drugim ze wspomnianych zasadniczych kierunków zmian w strukturze gałęziowej pracy przewozowej transportu lądowego wykonanej w przewozach osób w latach 1995–2012 była utrzymująca się stopniowa progresja przewozów z wykorzystaniem środków transportu zbiorowego w większości państw UE-15. Progresja ta jednak nie wpłynęła w analizowanym okresie na reorientację trendu w zakresie upo-

127 U. Motowidlak, *Rola transportu miejskiego...*, s. 175.

wszechniania się mobilności indywidualnej. Jednocześnie, odwołując się do badań Instytutu na Rzecz Ekorozwoju oraz Instytutu Badań Strukturalnych, wzrost popytu na przewozy komunikacją zbiorową można odczytywać jako pozytywny przejaw realizacji założeń zrównoważonej polityki transportowej¹²⁸. Zwiększenie podaży usług komunikacji zbiorowej, a także wdrożenie odpowiednich instrumentów wspierających zmiany behawioralne spowodowało wzrost przewozów środkami transportu kolejowego i komunikacji miejskiej w państwach UE-15, z wyjątkiem Finlandii, Portugalii, Irlandii i Grecji. Relatywnie wysoki w stosunku do średniej UE stopień wykorzystania środków komunikacji zbiorowej w przewozach lądowych osób odnotowano w Austrii (25%), Belgii (21,5%), Hiszpanii (21,1%), we Włoszech (21,0%) i w Danii (20,1%).

Zmiany popytu na usługi przewozowe osób z punktu widzenia potrzeb energetycznych transportu determinowane są przez zmiany zachowań transportowych społeczeństwa państw członkowskich UE w zakresie gałęziowej aktywności ogółem. Trendy ogólnorozwojowe powodują bowiem, że zwiększa się aktywność transportowa ludności zarówno w zakresie podróży obligatoryjnych, jak i fakultatywnych. Zasięg i intensywność tych podróży można wskazać jako istotne czynniki determinujące przesunięcia w strukturze gałęziowej ogółem przewozów osób. Wybór poszczególnych sposobów podróżowania, w szczególności rodzajów i środków transportu, potwierdza zdecydowane preferencje dla mobilności indywidualnej, której towarzyszy jednoczesny rozwój rynku usług lotniczych (tabela 23). W ostatnim roku okresu 1995–2012 obsłużono bowiem o 64,7% więcej pasażerów na tym rynku w stosunku do pierwszego roku tego okresu. Spowodowało to wzrost udziału transportu lotniczego w strukturze gałęziowej ogółu pracy przewozowej pasażerów z 6,5 do 9,0% w tym okresie. Jednocześnie przy 17,2% wzroście potrzeb przewozowych zaspokajanych przy użyciu samochodów osobowych ich udział w ogólnej pracy przewozowej osób zmniejszył się w okresie 1995–2012 z 73,3 do 72,2%.

Prognozy wskazują, że w kolejnych dekadach dalej rosnać będzie mobilność mieszkańców UE (tabela 24), co spowoduje wzrost przewozów osób. Popyt na transport stymulowany będzie także w rezultacie nasilających się procesów urbanizacji, dobrej koniunktury gospodarczej, rosnącej liczebności klasy średniej oraz nasilających się procesów migracji¹²⁹. Wobec prognoz średniego rocznego tempa wzrostu PKB dla

128 *2050.pl podróż do niskoemisyjnej przyszłości*, red. M. Bukowski, Instytut Badań Strukturalnych, Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013, s. 77.

129 *The global economy in 2030: Trends and strategies for Europe*, eds D. Gros, C. Alcidi, Centre for European Policy Studies (CEPS), 2013, s. 4–14.

UE na poziomie 1,4% w okresie od 2010 do 2030 r. szacuje się, że średni roczny wzrost przewozów osób ogółem wyniesie 0,9% w okresie 2010–2020 i 1,2% w kolejnej dekadzie. Zawarte w scenariuszu referencyjnym *Reference scenario 2013* statystyki wskazują, że po 2030 r. aktywność transportu w zaspokajaniu społecznych potrzeb przemieszczania się ulegnie zmniejszeniu, osiągając do 2050 r. roczną stopę wzrostu na poziomie 0,7%. Prognozowany spadek pracy przewozowej wykonanej w przewozach osób można wiązać m.in. z trendami demograficznymi.

Z analizy raportów demograficznych wynika, że do 2050 r. średni wiek mieszkańców Europy będzie prawdopodobnie o 7 lat dłuższy niż obecnie¹³⁰. Mając na uwadze jednoczesny spadek urodzeń w Europie, szacuje się, że w 2050 r. ok. 30% populacji Europy będą stanowili mieszkańcy w kategorii wiekowej powyżej 65 lat. Oznacza to wzrost o 12 p.p. udziału osób w tej kategorii wiekowej w okresie najbliższych 40 lat. Można więc wnioskować, że pomimo dużej mobilności osób starszych tempo wzrostu popytu na przewozy pasażerskie ogółem ulegnie stopniowemu spowolnieniu, głównie za sprawą ograniczenia przewozów indywidualnych. Jednocześnie prognozuje się, że istotne szczególnie dla osób starszych atrybuty jakości usług transportu zbiorowego będą miały wpływ na wzrost zapotrzebowania na ten rodzaj przewozów. Istnieją także opinie wskazujące na wzrost znaczenia potrzeb w zakresie mobilności i dostępu do usług transportowych dla przyszłych emerytów. Przedstawione przez E. Załogę wyniki badań europejskich wskazują, że w przyszłości osoby starsze będą lepiej sytuowane i bardziej aktywne niż współczesne ich pokolenie. Ponadto zaspokajając swoje potrzeby w zakresie mobilności, osoby te nie będą ograniczać się do korzystania z samochodów osobowych, ale także kierować określone wymagania w stosunku do innych alternatywnych sposobów przemieszczania się¹³¹.

Z analizy prognoz zmiany zachowań na rynku przewozów osób dla poszczególnych państw członkowskich UE można stwierdzić, że są one zbieżne z utrwalonymi w latach 1995–2012 kierunkami przemian na tym rynku¹³². Średnioroczne tempo wzrostu popytu na przewozy osób ogółem w państwach UE-13 ma się kształtować do 2050 r. na poziomie 1,5%. W państwach UE-15 analogiczne tempo ma wynosić 1,0%. Tendencje kształtowania się aktywności na rynku przewozów pasażerskich w państwach UE-13 wynikają przede wszystkim z prognozowanej większej dynamiki zmian w zakresie motoryzacji indywidualnej w porównaniu

130 *World population prospects: The 2012 revision*, United Nations, New York 2013, <http://esa.un.org/wpp/> [dostęp 01.06.2015].

131 Zob. więcej: E. Załoga, *Trendy...*, s. 138–139.

132 *Reference scenario 2013...*, s. 90–144.

Tabela 24. Prognoza rozwoju rynku przewozów pasażerskich w UE do 2050 r.

Rodzaj przewozów pasażerskich w UE	2010		2020		2030		2040		2050		Średnioroczne tempo wzrostu (%)			
	mld pkm	%	mld pkm	%	mld pkm	%	mld pkm	%	mld pkm	%	2010–2020	2020–2030	2030–2050	2010–2050
Ogółem	6 466,4	100,0	7 045,6	100,0	7 962,3	100,0	8 629,2	100,0	9 148,2	100,0	0,9	1,2	0,7	0,9
Samochody osobowe i motocykle	4 893,4	75,7	5 195,6	73,7	5 713,7	71,8	6 057,0	70,2	6 309,0	69,0	0,6	1,0	0,5	0,6
Autobusy i autokary	512,8	7,9	551,0	7,8	602,4	7,6	644,5	7,5	674,6	7,4	0,7	0,9	0,6	0,7
Transport kolejowy Tramwaje i metro	496,4	7,7	581,1	8,2	714,0	8,9	816,2	9,5	890,2	9,7	1,6	2,1	1,1	1,5
Transport lotniczy	525,6	8,1	677,0	9,7	887,5	11,1	1 063,8	12,2	1 224,2	13,4	2,6	2,7	1,6	2,1
Transport wodny śródlądowy	38,1	0,6	40,9	0,6	44,7	0,6	47,7	0,6	50,2	0,5	0,7	0,9	0,6	0,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 87.

z państwami UE-15. Szacunki wskazują, że do 2050 r. średnioroczny wzrost przewozów zaspokajanych poprzez wykorzystanie samochodów osobowych w państwach UE-13 ma wynosić 1,3%, zaś udział tych samochodów w strukturze gałęziowej ogółu przewozów będzie wynosił 70,3%. W grupie państw UE-15 szacunki te mają wynosić odpowiednio 0,8% i 68,7%. Jednocześnie, zgodnie z prognozami, aktywność na rynku przewozów środkami komunikacji zbiorowej ma wykazywać zbieżny we wszystkich państwach UE trend wzrostowy¹³³.

Mając na uwadze wyniki analizy przyczynowo-skutkowej między rozwojem transportu a jego potrzebami energetycznymi, warto zwrócić uwagę na prognozowane dla Polski silne preferencje dla motoryzacji indywidualnej. Stopa wzrostu pracy przewozowej w zakresie przewozu osób ogółem do 2050 r. ma wynosić 1,6% rocznie, natomiast dla motoryzacji indywidualnej stopa ta ma wynieść 1,4%. Ponadto z szacunków wynika, że 81,8% pracy przewozowej w przewozach osób w Polsce zrealizowana będzie z wykorzystaniem samochodów osobowych. Bazując na prognozach, można więc stwierdzić, że do 2050 r. preferencje dla samochodów osobowych w Polsce będą bardziej wyraźne niż w całej UE.

Potrzeby przewozowe osób w państwach członkowskich UE pozostają pod silnym wpływem upodobania społeczeństw do poszczególnych rodzajów i środków transportu. Badania prowadzone przez O. Wyszomirskiego wskazują na kilka istotnych czynników determinujących zmiany zachowań transportowych mieszkańców miast w zakresie wyboru sposobów przemieszczania się. Czynniki te obejmują w szczególności czas i cel podróży, ruchliwość komunikacyjną oraz dystans podróży¹³⁴. Przez analogię można wnioskować, że czynniki te dotyczą nie tylko mobilności w miastach. Wyniki pomiaru zachowań transportowych w przewozach osób przeprowadzone przez P. Bolsiego potwierdziły preferencje dla poszczególnych rodzajów i środków transportu w zakresie dystansu podróży turystycznych¹³⁵. Odnosząc się do wyników badań wspomnianego badacza, można stwierdzić, że 71% wszystkich podróży turystycznych realizowanych z wykorzystaniem samochodów osobowych dotyczyła przewozów na krótkie odległości. Jednocześnie wraz ze wzrostem tej odległości zwiększała się skłonność do podróży-

133 Opracowanie własne na podstawie: *ibidem*, s. 90–145.

134 O. Wyszomirski, *Badania marketingowe jako podstawa planowania zrównoważonej mobilności w miastach*, [w:] *Europejski transport i rynek usług transportowych*, red. D. Rucińska, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu i Logistyka” 2015, nr 52, s. 106.

135 P. Bolsi, *Estimating...*, s. 18–19.

wania środkami transportu kolejowego. Podróże samolotami uzyskały największy stopień istotności w kategorii przewozów turystycznych na trasach powyżej 1000 km.

Szersze ujęcie preferencji dla samochodów osobowych w zaspokajaniu codziennych potrzeb przewozowych można znaleźć m.in. w badaniach The Gallup Organization, The Arthur D. Little Study oraz OECD¹³⁶. Z badań tych wynika, że w holistycznym podejściu do rozwoju zasobooszczędnego i niskoemisyjnego transportu szczególną rolę należy przypisać rozwiązaniom w zakresie motoryzacji indywidualnej. Samochody osobowe w opinii 53% mieszkańców UE wskazane zostały bowiem jako najczęściej wybierany środek transportu w codziennych podróżach, co znalazło potwierdzenie w rosnących wartościach wskaźnika motoryzacji¹³⁷.

W latach 1995–2012 w UE średnia wartość wskaźnika motoryzacji zwiększyła się z 382 do 487 samochodów/1000 mieszkańców (tabela 25). W 2012 r. największą wartość tego wskaźnika odnotowano w Luksemburgu (660 samochodów/1000 mieszkańców), zaś najniższą w Rumunii (224 samochody/1000 mieszkańców). Z uwagi na niski stopień nasycenia samochodami osobowymi, silny trend wzrostowy motoryzacji indywidualnej cechował państwa UE-13. W latach 2000–2012 w Bułgarii, na Łotwie, na Litwie i w Polsce średnioroczne tempo wzrostu wartości tego wskaźnika wynosiło powyżej 5%, przy 1,3% średniej rocznej progresji na poziomie UE. W Polsce silne preferencje dla samochodów osobowych sygnalizuje wskaźnik motoryzacji indywidualnej, którego wartość w 2012 r. osiągnęła 486 samochodów/1000 mieszkańców i zbliżyła się tym samym do poziomu średniej UE. W tym samym roku w grupie wysoko rozwiniętych państw UE-15 najwyższe wskaźniki motoryzacji osiągnęły Włochy (621), Finlandia (560), Niemcy (530) oraz Austria (528). Jednocześnie warto podkreślić, że wzrost motoryzacji indywidualnej utrzymał się w Polsce również w 2013 r. Z danych opublikowanych

136 *Future of transport. Analytical Report. Flash eurobarometer 312*, The Gallup Organization, European Commission, Brussels 2011; F.J. Van Audenhove, L. Dauby, O. Korniiuchuk, J. Pourbaix, *The future of urban mobility 2.0. Imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow*, Arthur D. Little, UITP 2014, http://www.uitp.org/sites/default/files/members/140124%20Arthur%20D.%20Little%20%26%20UITP_Future%20of%20Urban%20Mobility%20%20_Full%20study.pdf [dostęp 07.06.2015]; *Transport trade and tourism*, Annual Summit of the International Transport Forum, Leipzig, 27–29 May 2015, <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/14Highlights.pdf> [dostęp 06.06.2015].

137 E. Załoga, *Wzorce mobilności w jednolitym europejskim obszarze transportu*, [w:] *Europejska przestrzeń transportu uwarunkowania mobilności*, red. E. Załoga, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2012, nr 742, Problemy Transportu i Logistyki, nr 19, s. 267.

przez IBRM Samar wynika, że poziom nasycenia rynku samochodów osobowych osiągnął w danym roku odpowiednio 503 szt./1000 mieszkańców¹³⁸. Ponadto opracowane dla Polski prognozy rozwoju transportu przewidują dalszy wzrost liczby aut, które w 2050 r. powinny osiągnąć poziom 545 szt./1000 mieszkańców¹³⁹.

Tabela 25. Kierunki zmian w zakresie motoryzacji indywidualnej w UE w latach 1995–2012

Wyszczególnienie	Jednostka	1995*	2000	2007	2009	2010	2012
Wskaźnik motoryzacji	liczba samochodów/1000 mieszkańców	382	414	455	478	477	488
Średnia odległość	tys. pojazd.km/rok <i>per capita</i>	10,10	11,00	11,90	11,60	11,50	11,80
Średni przebieg	tys. km/rok/samochód	13,49	13,58	12,93	12,49	12,30	12,10

* UE-27.

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Eurostat i Odyssee Mure [dostęp 05.06.2015].

Preferencje dla samochodów osobowych w zaspokajaniu potrzeb przewozowych osób można także przeanalizować przez pryzmat poziomu ich wykorzystania wyrażonego średnią roczną przejechanych kilometrów w przeliczeniu na pasażera oraz średnim rocznym przebiegiem samochodu osobowego (tabela 25). W pierwszym przypadku statystyki potwierdzają 16,8% wzrost przejechanych kilometrów w przeliczeniu na jednego pasażera w latach 1995–2012. Odnotowany trend wzrostowy wykorzystania samochodów osobowych w zaspokajaniu potrzeb przewozowych był w dużym stopniu funkcją rosnącej liczby dostępnych samochodów. Jednocześnie można wnioskować, że wraz ze wzrostem liczby dostępnych samochodów, głównie w państwach UE-13, trend ten w dużym stopniu zostanie zredukowany. Wyraźny i dynamiczny trend wzrostowy najbardziej widoczny był w Polsce. W latach 2000–2012 średnioroczne wykorzystanie samochodów osobowych w zaspokajaniu potrzeb przewozowych w przeliczeniu na pasażera zwiększyło się bowiem w naszym kraju z 5,2 do 9,0 tys. pkm.

Dla oszacowania potrzeb energetycznych transportu samochodowego znaczenie mają również wnioski wynikające z analizy średniego rocznego przebiegu samochodu osobowego. Ze statystyk wynika, że

138 Raport. *Park samochodowy 2013*, „Polski Rynek Motoryzacyjny” 2014, nr 9, IBRM Samar, Polska 2014, s. 1.

139 2050.pl podróż..., s. 79.

w latach 1995–2000 w większości państw UE-15 i UE jako całości średnia roczna długość drogi przebytej przez samochody nieznacznie wzrosła, osiągając w 2000 r. poziom 13,6 tys. km. Ze względu na duży wzrost cen paliw silnikowych od 2000 r. średnia długość tej drogi w UE była krótsza o 1,5 tys. km, osiągając w 2012 r. poziom 12,1 tys. km. Porównując średni przebieg przeciętnego samochodu osobowego w różnych państwach członkowskich UE, można stwierdzić, że wzrost gospodarczy przełożył się na bardziej intensywne korzystanie z transportu indywidualnego w większości państw UE-13. W Polsce przebieg ten zwiększył się z 7,5 tys. km w 1995 r. do ok. 8,0 tys. km w 2010 r. Jednocześnie odwołując się do danych dotyczących poziomu ruchu kołowego, można stwierdzić, że wraz z trendem wzrostowym średniej odległości pokonywanej przez samochody osobowe nastąpił spadek średniej liczby osób w samochodzie¹⁴⁰. Po 2010 r. w Polsce, podobnie jak w większości państw członkowskich UE, w wyniku progresji średni przebieg przeciętnego samochodu osobowego ukształtował się w 2012 r. na poziomie 6,9 tys. km. Jednocześnie prognozy opracowane przez Instytut Badań Strukturalnych oraz Instytut na rzecz Ekorozwoju przewidują do 2050 r. 2,6% średnioroczny wzrost przeciętnej liczby kilometrów, przejechanych przez samochody osobowe.

Istotnym kierunkiem zmian w zakresie mobilności indywidualnej w państwach członkowskich UE jest wzrost wagi użytkowanych samochodów osobowych. Kierunek ten nie jest zgodny z założeniami rozwoju transportu niskoemisyjnego. W latach 2004–2013 zmiany te były skorelowane ze wzrostem dochodów gospodarstw domowych¹⁴¹. Ze statystyk

140 Brak porównywalnych danych dla Polski nie pozwala na wyznaczenie wyraźnego trendu wykorzystania miejsc w prywatnych pojazdach samochodowych dla danych szeregów czasowych. Za: M. Fergusson, *Europejskie standardy emisji CO₂ z samochodów osobowych – skutki dla Polski*, Raport przygotowany na zlecenie sieci Transport & Environment, Instytut Spraw Obywatelskich, 2013, s. 7–8. Z analizy literatury przedmiotu wynika, że pomiary średniego wskaźnika liczby pasażerów w pojeździe prowadzone są przede wszystkim w aglomeracjach i często mają one charakter badań pilotażowych. Z badań wykonanych dla aglomeracji białostockiej wynika, że średni wskaźnik liczby pasażerów w pojeździe w okresie 2010–2011 wynosił 1,54. Średnia wartość tego wskaźnika dla innych zbliżonych wielkością aglomeracji świata wynosiła ok. 1,20 i prawdopodobnie do tej wartości, zdaniem autorki badania, będzie zdążać wartość tego wskaźnika dla aglomeracji białostockiej. Zob. więcej: E. Dobrzyńska, *Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej*, „Economics and Management” 2012, nr 4, s. 73–87.

141 W analizie nie uwzględniono danych sprzed 2004 r., ponieważ statystyki państw członkowskich UE dotyczące masy pojazdów odnosiły się do różnych lat.

EEA wynika, że w 2013 r. średnia masa nowych samochodów osobowych zarejestrowanych w UE osiągnęła 1390 kg, tj. o 43 kg więcej niż w 2004 r. Jednocześnie różnica między średnią masą pojazdów zasilanych benzyną a średnią masą pojazdów z silnikami wysokoprężnymi systematycznie wzrastała od 2004 r., osiągając 321 kg w 2013 r. Warto zauważyć, że podczas gdy masa pojazdów zasilanych benzyną była stabilna w ciągu ostatnich dziesięciu lat, masa pojazdów z silnikami wysokoprężnymi wzrastała konsekwentnie z lekkim spadkiem w 2013 r. (1539 kg) w porównaniu z 2012 r. (1547 kg), co wobec rosnących preferencji dla pojazdów z silnikiem diesel nie było korzystne w aspekcie potrzeb energetycznych. Korzystny trend zarysował się w kategorii pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi, których masa zmniejszyła się w latach 2004–2013 średnio o 121 kg.

Największy zwrot w kierunku większych i bardziej komfortowych, a przez to cięższych samochodów osobowych w okresie 1995–2013 wystąpił na Węgrzech, (przeciętny samochód osobowy w tym kraju stał się o 222 kg cięższy), w Polsce (195 kg) i Estonii (160 kg). W 2013 r. średnia masa nowych samochodów osobowych w tych krajach osiągnęła odpowiednio 1401 kg, 1376 kg i 1508 kg. Ponadto wraz ze wzrostem średniego przebiegu i masy przeciętnego samochodu osobowego kraje te, a w szczególności Polska, zaczęły upodabniać się do wysoko rozwiniętych państw UE, w których silniki wysokoprężne były dominującym typem napędów nowych samochodów osobowych. Jednak utrzymujące się wysokie ceny oleju napędowego w porównaniu z cenami benzyny oraz wyższy koszt zakupu modeli z silnikami wysokoprężnymi sprawiły, że w 2013 r. udział tych modeli w rejestracjach ogółem w Polsce wynosił 35,5% i był o ponad 10 p.p. niższy w stosunku do 2010 r.¹⁴²

Analiza relacji między rozwojem społeczno-gospodarczym a wzrostem popytu na transport samochodowy ładunków oraz wzrostem mobilności społeczeństw państw członkowskich UE potwierdza wyjątkową złożoność prezentowanych zagadnień. Wnioski płynące z tej analizy wskazują jednocześnie na dominującą rolę transportu samochodowego w zaspokajaniu bieżących i prognozowanych potrzeb przewozowych. Wnioski te potwierdzają także tezę, że zwiększenie poziomu bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych, wzmocnienie konkurencyjności gospodarki UE i ochrona klimatu wymagają nieustannego monitorowania głównych kierunków rozwoju transportu samochodowego, które pozostają pod silnym wpływem ogólnych trendów rozwojowych.

142 *Branża motoryzacyjna. Raport 2014*, Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Warszawa 2015, s. 27–28.

3.4.2. Zmiany potrzeb energetycznych transportu samochodowego

Zdefiniowanie kierunków rozwoju transportu samochodowego w państwach członkowskich UE pozwala na przeprowadzenie dalszych badań dotyczących koncepcji budowy gospodarki niskoemisyjnej w aspekcie potrzeb paliwowych transportu. Mając na uwadze dualny charakter transportu, można stwierdzić, że rozwój systemów transportowych w UE ma bezpośredni wpływ na kształtowanie się potrzeb energetycznych tego działu gospodarki. Studia literatury przedmiotu wskazują jednocześnie, że potrzeby energetyczne transportu UE w drugiej dekadzie XXI w. zaspokajane są w 94% przez surowce ropopochodne. W tej sytuacji warto przytoczyć wypowiedź J. Rifkina, który dowodził, że w Europie dokonała się trzecia rewolucja technologiczno-społeczna, natomiast w zakresie wytwarzania energii niewiele się zmieniło¹⁴³. W odniesieniu do transportu istota tej wypowiedzi znajduje odzwierciedlenie w analizie „koszyka paliwowego” transportu samochodowego w UE, której wyniki zaprezentowane zostały w dalszej części rozprawy.

Prawie całkowite oparcie zapotrzebowania na energię w transporcie na produktach naftowych generuje kilka istotnych problemów. Pierwszy z nich dotyczy bezpieczeństwa dostaw ropy i produktów ropopochodnych w celu realizacji rosnących potrzeb przewozowych. Drugi problem związany jest z poprawą konkurencyjności gospodarki UE względem jej partnerów gospodarczych, czego, zdaniem wielu ekonomistów, nie uda się osiągnąć m.in. bez niższych cen paliw transportowych. Kolejny związany jest ze wzrostem obaw o zmiany klimatyczne, który potęgują istniejące już problemy, np. zanieczyszczenia środowiska, zatłoczenia i hałasu.

Z analizy dostępnych statystyk wynika rosnąca zależność państw członkowskich UE od ropy naftowej i produktów ropopochodnych importowanych spoza UE. W 2012 r. zależność ta wynosiła 86,4%, co oznacza wzrost o 12 p.p. w stosunku do 1995 r. Jedynym krajem w grupie państw UE w 2012 r., który utrzymał swój status eksportera ropy naftowej, była Dania, ponieważ w 2005 r. do grupy państw importujących ropę naftową i produkty ropopochodne dołączyła Wielka Brytania. W większości państw członkowskich UE poziom zależności od importu surowców i produktów ropopochodnych wynosił w 2012 r. ponad 80%. Wysoki poziom tej zależności cechował również Chorwację (71,4%), Estonię (60,1%) i Rumunię (51,4%). W Wielkiej Brytanii zależność ta wzrosła do

143 *Tu trzeba nowej energii*, „Polityka” 2011, nr 51, s. 18–20, cyt. za: *Gospodarowanie energią na poziomie lokalnym. Podręcznik dla gmin*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok 2011, s. 14.

36,3%, a w Polsce wyniosła 94,7%, co oznacza spadek o 0,9 p.p. w stosunku do 1995 r. Warto podkreślić, że w 2012 r. poziom zależności UE od importu ropy naftowej był najwyższy w stosunku do zależności od importu pozostałych surowców energetycznych. Zależność UE od importu węgla wynosiła bowiem 42,2%, zaś 65,8% od importu gazu¹⁴⁴.

Pogłębiające się uzależnienie UE od importu ropy naftowej z krajów trzecich stanowi więc zagrożenie dla rozwoju konkurencyjnego i zasobooszczędnego europejskiego systemu transportu. Państwa członkowskie UE narażone są na niebezpieczeństwo przerw w dostawach tego surowca w przypadku jakichkolwiek konfliktów w krajach eksporterów. Ponadto w przypadku wystąpienia tych przerw ograniczone są możliwości adekwatnej reakcji UE w odniesieniu do państwa, z którego importowany jest surowiec. Co więcej, kraje eksportujące surowce energetyczne wykorzystują często swoją uprzywilejowaną pozycję jako instrument naciśku w polityce zagranicznej¹⁴⁵. Znaczny poziom uzależnienia od importu tych surowców czyni też transport UE bardzo podatnym na wahania ich cen, a zwłaszcza cen ropy naftowej.

Rosnący popyt i koszty wydobycia ropy naftowej mają istotny wpływ na poziom i zmienność cen paliw transportowych. Mając na uwadze rolę transportu we współczesnych procesach gospodarczych, należy podkreślić, iż wzrost cen usług transportowych w istotny sposób wpływa na koszty działalności produkcyjnej oraz koszty usług logistycznych. Stąd poziom i zmiany cen ropy naftowej na rynkach światowych znajdują się w centrum zainteresowania nie tylko rządów, ale również producentów, a zwłaszcza przedsiębiorstw transportowych oraz użytkowników transportu. Badania prowadzone m.in. przez IEA i EEA potwierdzają, że podstawowym czynnikiem decydującym o poziomie cen finalnych paliw w transporcie, głównie w krajach importujących ten surowiec, są wspomniane ceny ropy naftowej na światowych rynkach energii¹⁴⁶. Analizując

144 Szacunków dokonano na podstawie: *Energy, transport and environment indicators. Data 1992–2002*, Luxembourg 2005, s. 24–25; *Energy, transport and environment indicator: 2007 edition*, Luxembourg 2007, s. 24–25; *Energy, transport and environment indicator: 2014 edition*, Luxembourg 2014, s. 74–76.

145 M. Bukowski, Z.M. Karaczun, *W polskim interesie. Jak wykorzystać politykę energetyczno-klimatyczną UE jako wsparcie rozwoju Polski do roku 2030?*, Projekt Niskoemisyjna Polska 2050, Warszawa–Bruksela 2014, s. 8–9.

146 Na poziom kosztów i cen finalnych paliw i energii wpływają także koszty wytwarzania, przetwarzania, transportu i dystrybucji nośników energii. Poziom ten zależy także od polityki wewnętrznej kraju w zakresie podatków, ochrony socjalnej określonych grup odbiorców, stosowanych subsydiów itp. Za: J. Soliński, *Sektor energii świata i Polski. Początki, rozwój, stan obecny*, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2012, s. 42.

ceny paliw transportowych używanych w transporcie UE (rysunek 24) oraz statystyki IEA, a także uwzględniając dużą zależność państw UE od importu ropy naftowej, można stwierdzić, że zmiany cen tych paliw ewoluowały w zależności od ceny ropy naftowej.

Z przedstawionych przez ekspertów WEC analiz wynika, że po II wojnie światowej, aż do pierwszego kryzysu energetycznego w 1973 r. ceny ropy naftowej w handlu międzynarodowym pozostawały na niskim poziomie. Ropa naftowa ze względu na dużą podaż sukcesywnie stawała się podstawowym źródłem energii. W 1971 r. pokrywała ona 44% globalnego zużycia energii pierwotnej, przy korzystnym poziomie ceny wynoszącym 2,7 USD za baryłkę. Jednak pod koniec 1973 r. w wyniku 4-krotnego wzrostu cen ropy naftowej sytuacja większości gospodarek świata uległa bardzo niekorzystnej zmianie¹⁴⁷.

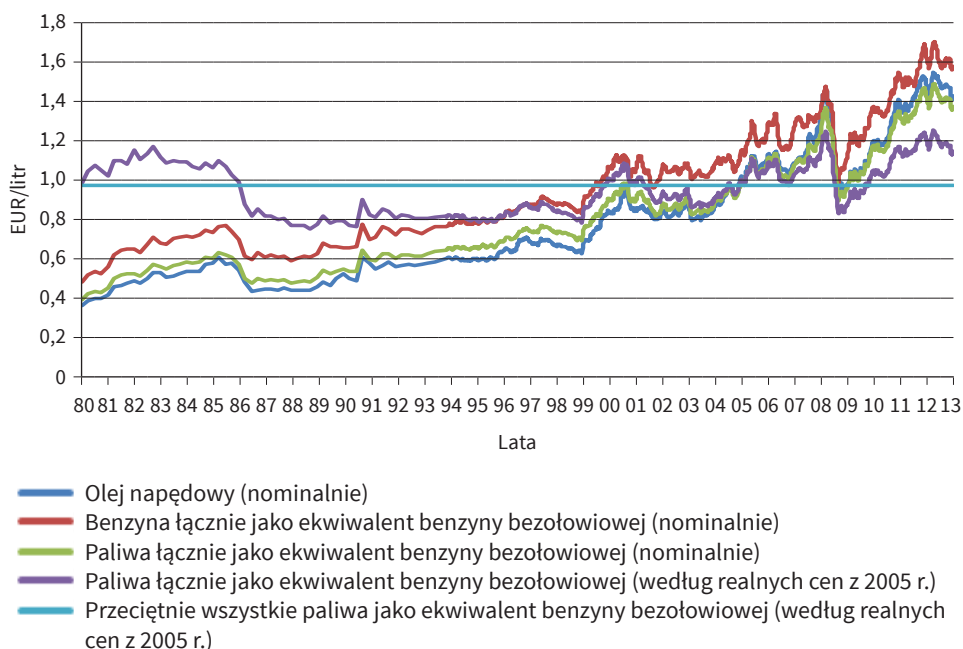
Kolejny zdecydowany wzrost ceny ropy naftowej nastąpił na przełomie lat 1980–1981. Cena ta wzrosła wówczas do 36,3 USD za baryłkę (rysunek 24). Tendencja wzrostowa cen paliw transportowych utrzymała się do 1986 r. Spadek cen tych paliw do poziomu 15 USD za baryłkę w drugiej połowie 1986 r. związany był ze stabilizacją tego poziomu. W kolejnych latach ceny paliw transportowych wzrastały, podążając za zmianami cen ropy naftowej importowanej przez UE.

Analizując zmiany cen paliw transportowych należy zwrócić uwagę na duży ich wzrost w ostatniej dekadzie. Jego przyczyną były gwałtowne wzrosty cen ropy naftowej, jakie wystąpiły w I połowie 2008 r. oraz w latach 2011–2012. Ceny te osiągnęły we wspomnianych okresach poziom odpowiednio ok. 150 USD za baryłkę i 120 USD za baryłkę. W okresie od maja 2011 r. do maja 2012 r. realna średnia cena paliwa w transporcie wzrosła z 1,17 do 1,22 EUR/l. W tym czasie dynamika wzrostu cen oleju napędowego i benzyny była na zbliżonym poziomie. Jak wskazują statystyki, od 2013 r., na skutek braku równowagi między podażą a zgromadzonymi zapasami, ceny ropy naftowej na światowych rynkach zaczęły się stopniowo obniżać, co spowodowało również spadki cen paliw transportowych w państwach członkowskich UE. W 2014 r. średnia cena ropy naftowej osiągnęła poziom 99 USD za baryłkę, przy czym w grudniu tego roku za baryłkę ropy typu Brent¹⁴⁸ płacono 55 USD¹⁴⁹.

147 J. Soliński, *Sektor...*, s. 40.

148 Ropa Brent jest lekkim, słodkim gatunkiem ropy naftowej pochodzącej z Morza Północnego, określanym także jako Brent blend lub London Brent. Jest on wyznacznikiem cen 2/3 światowych dostaw ropy naftowej. Jedna baryłka ropy naftowej (tzw. amerykańska) to ok. 158 987 l oraz 42 galony amerykańskie, <http://www.easy-forex.com/au/pl/brentoil/> [dostęp 08.06.2015].

149 Opracowano na podstawie: *Energy prices and taxes quarterly statistics*, Third Quarter 2010, IEA 2012, s. 8; *Energy prices and taxes quarterly statistics*, Fourth



Rysunek 24. Ceny paliw transportowych (łącznie z podatkami) w państwach członkowskich UE w latach 1980–2013

Źródło: opracowano na podstawie http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/nominal-and-real-fuel-prices#tab-chart_1 [dostęp 10.06.2015].

W okresie od stycznia do czerwca 2015 r. ceny ropy naftowej stopniowo rosły z poziomu 48,53 USD za baryłkę (poziom z dnia 12 stycznia 2015 r.) do 64,77 USD za baryłkę (cena z dnia 12 czerwca 2015 r.)¹⁵⁰. Podążając za zmianami cen ropy naftowej na rynkach światowych, ceny paliw transportowych w Polsce wzrosły we wspomnianym okresie z 4,57 do 4,76 PLN/l (ceny te dotyczą oleju napędowego) oraz z 4,58 do 4,86 PLN/l (ceny dotyczą benzyny bezołowiowej 95)¹⁵¹. W kolejnych miesiącach ceny tych paliw malały wraz ze spadającymi cenami ropy naftowej, które we wrześniu 2016 r. nie przekroczyły poziomu 50 USD za baryłkę¹⁵².

Quarter 2012, IEA 2013, s. 10; *End-use oil product prices and average crude oil import costs*, OECD/IEA, January 2015, <http://www.iea.org/statistics/topics/price-sandtaxes/> [dostęp 08.04.2015]; *Energy in 2014: After a calm comes the storm*, „BP Statistical Review of World Energy”, June 2015, s. 6–11.

150 <http://biznes.pl/gielda/profile/surowce/ropa-brent,430,0,121,profile-surowce-ogolne.html> [dostęp 12.06.2015].

151 <http://www.paliwa.pl/news/komunikat-cenowy-2015-06-12> [dostęp 12.06.2015].

152 http://nafta.wnp.pl/notowania/ceny_ropy/?zakres=3 [dostęp 05.10.2016].

Ze statystyk międzynarodowych wynikają znaczne różnice cen paliw transportowych w poszczególnych państwach członkowskich UE. Za zasadnicze źródło tych różnic w tych państwach należy uznać zróżnicowane obciążenia podatkowe wliczone w ceny tych paliw. Nominalnie najwyższe ceny paliw transportowych w 2014 r. występowały we Włoszech (1,68 EUR/l średnio benzyny i oleju napędowego), Wielkiej Brytanii (1,62 EUR/l) oraz Szwecji (1,59 EUR/l). Z kolei najniższe ceny tych paliw obowiązywały w Polsce (1,27 EUR/l) na Litwie (1,30 EUR/l) i na Łotwie (1,31 EUR/l)¹⁵³. Warto jednocześnie zwrócić uwagę na porównanie cen paliw transportowych, uwzględniające parytet siły nabywczej (ang. *purchasing power parity*, PPP), zaprezentowane w statystykach IEA. Z tego zestawienia wynika, że ceny paliw transportowych według PPP w państwach UE-13 były od kilkunastu do nawet kilkudziesięciu procent wyższe od cen wyrażonych w dolarach według kursów wymiany bankowej¹⁵⁴. W przypadku Polski różnica ta wynosiła w 2013 r. ok. 25%. Natomiast w wysoko rozwiniętych państwach członkowskich UE ceny te były odpowiednio od kilku do kilkunastu procent niższe.

Analiza zmian cen ropy naftowej i bezpośrednio powiązanych z nimi cen paliw transportowych wskazuje na kilka niekorzystnych zjawisk, które zwiększają stopień ryzyka funkcjonowania transportu. Zaprezentowane statystyki jednoznacznie potwierdzają bowiem, zapoczątkowaną w 1980 r. tendencję wzrostu cen paliw transportowych w państwach członkowskich UE. Dodatkowo należy podkreślić, że duże wahania cen ropy naftowej na światowych rynkach zwiększają stopień niepewności w prognozowaniu tych cen. Eksperti m.in. Banku Światowego, IEA, Cambridge Econometrics, ExxonMobil i BP zgodnie przewidują, że wzrost zapotrzebowania na ropę naftową w skali globalnej w kolejnych dekadach będzie miał wpływ na przyszłe jej ceny.

W ramach dotychczasowego scenariusza postępowania (ang. *Business as Usual*, BAU) prognozy opracowane przez IEA zakładają wzrost ceny ropy naftowej o 58% w horyzoncie do 2035 r. w porównaniu z 2010 r. Natomiast według scenariusza nowych polityk i scenariusza 450¹⁵⁵ światowe ceny ropy naftowej wzrosną odpowiednio o 42% i 23%¹⁵⁶. Z opublikowanego w kwietniu 2016 r. raportu opracowanego przez analityków

153 Oszacowano na podstawie: *EU energy and figures: Statistical Pocketbook 2014*, Luxembourg 2014, s. 123–124, http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pocketbook.pdf [dostęp 11.06.2015].

154 *Energy prices and taxes quarterly statistics*, 1st Quarter 2015, IEA, 2015, s. 305–307, 372–374.

155 Scenariusz nowych polityk odnosi się do umiarkowanych działań, natomiast scenariusz 450 dotyczy działań zgodnych z założeniami polityki klimatycznej.

156 *World Energy Outlook*, Paris 2014, IEA/OECD, 2014, s. 49–50.

Cambridge Econometrics wynika, że ceny ropy naftowej będą dalej wzrastać, osiągając w 2050 r. poziom ok. 130 USD za baryłkę¹⁵⁷. Jednocześnie eksperci IEA przewidują, że zaspokojenie wzrostu popytu na ten surowiec przesunie się w kierunku głównych producentów ropy na Bliskim Wschodzie, co będzie wymagało inwestycji o wartości 13,7 bln USD w okresie do 2035 r. Zdaniem autorów Raportu specjalnego IEA, perspektywy realizacji planowanych na Bliskim Wschodzie w sektorze naftowym inwestycji są niepewne ze względu na priorytety rządowe, przeszkody natury politycznej i działania związane z bezpieczeństwem i logistyką. Niezrealizowane inwestycje nie pozwolą osiągnąć zakładanego poziomu wydobycia ropy naftowej, zwiększając tym samym niestabilność rynku naftowego¹⁵⁸. Jednocześnie należy mieć na uwadze, że wiele wcześniejszych prognoz nawet krótko- i średniookresowych dotyczących cen ropy naftowej nie potwierdziło się¹⁵⁹.

Ceny nośników energii, w opinii ekonomistów, stanowią jeden z podstawowych parametrów rachunku ekonomicznego w transporcie. W istotny sposób ceny te wpływają na poziom kosztów usług transportowych oraz wydatków gospodarstw domowych. W ramach projektu badawczego, realizowanego w latach 2012–2014 przez zespół ekspertów AECOM, dokonano m.in. oceny kosztów operacyjnych firm transportowych świadczących usługi w zakresie transportu samochodowego ładunków¹⁶⁰. Na podstawie analizy danych statystycznych oraz przeprowadzonych wywiadów określono strukturę tych kosztów w siedmiu badanych państwach członkowskich UE (rysunek 25).

Z przeprowadzonego badania wynika, że w Polsce i Portugalii koszty paliw transportowych stanowiły 38%, tj. największą część kosztów operacyjnych w transporcie ciężarowym badanych państw. Najmniejsza zaś część tych kosztów, tj. 24%, cechowała ten transport we Francji. Badanie to wykazało także, że poprzez politykę cenową operatorzy firm

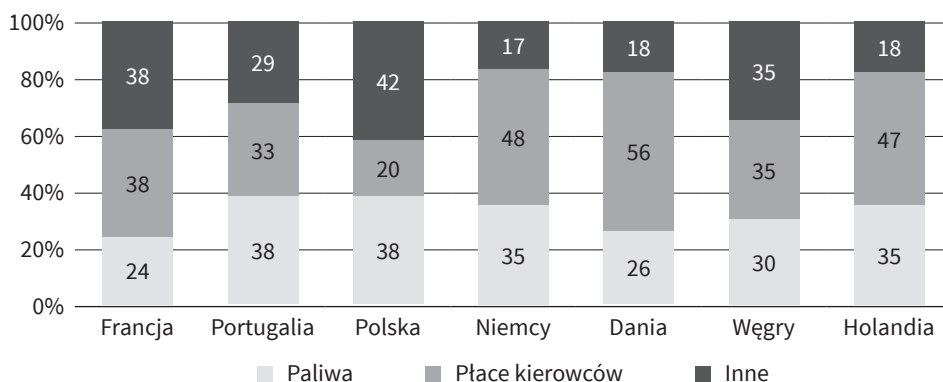
157 *Oil market futures, A report for the European Climate Foundation*, Cambridge Econometrics, Cambridge 2016, s. 5.

158 *World Energy Investment Outlook*, Raport Specjalny, OECD/IEA, Paris 2014, s. 4.

159 Amerykański bank inwestycyjny Goldman Sachs w marcu 2015 r. wycofał się z prognozy, którą opublikował w styczniu tego roku. Zgodnie z przewidywaniami tego banku średnia cena europejskiej ropy typu Brent miała spaść w 2015 r. do 42 USD za baryłkę, natomiast w 2016 r. miała ona wzrosnąć średnio do 70 USD za baryłkę. Wśród powodów zmiany swoich prognoz Goldman Sachs wymienił: sankcje wobec rosyjskich producentów ropy, wyjątkowo ostra zima w Ameryce Północnej oraz ataki na pola naftowe na Bliskim Wschodzie, <http://www.worldoil.com/magazine> [dostęp 16.03.2015]. Prognozy dotyczące popytu na ropę w 2015 i 2016 r. zmieniły także IEA i EIA.

160 *Collection and analysis of data on the structure of the road haulage sector in the European Union*, Task A, AECOM, 2014, s. 63–81.

transportowych odzyskali jedynie koszt odpowiadający 27% wzrostowi cen paliw. Możliwość zrekompensowania wzrostu tych cen wydaje się być związana z wielkością operatora. Według ekspertów AECOM zdolność zneutralizowania skutków wzrostu kosztów paliwa przez duże firmy transportowe jest dwukrotnie większa niż w przypadku małych firm transportowych. Dodatkowo warto podkreślić, że w opinii spedytorów pełna rekompensata wzrostu kosztów paliw nie jest wskazana, ponieważ nie stanowi dla firm transportowych bodźca do poprawy efektywności ich zużycia.



Uwaga: Paliwa zawierają: opłaty i podatki; Płace kierowców: płace, szkolenia, składki na ubezpieczenie społeczne; Inne: konserwacja, ubezpieczenia, podatki, amortyzacja koszty finansowe, ogumienie.

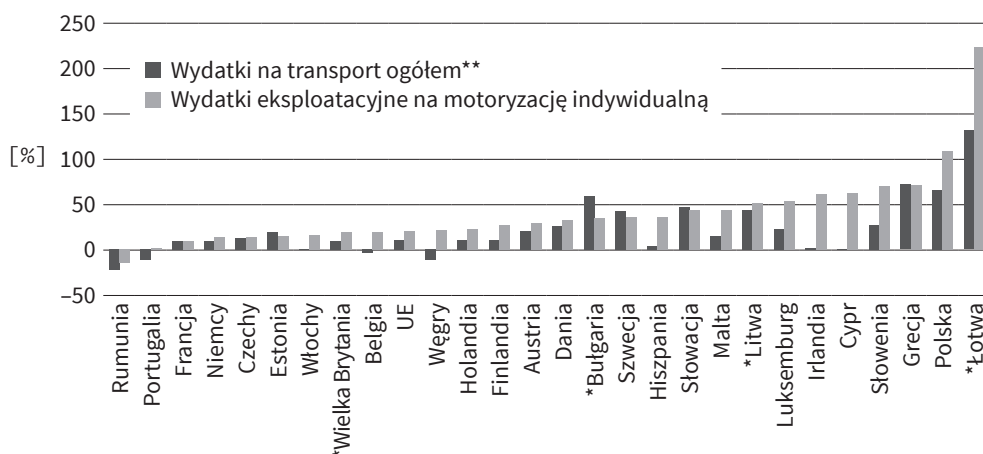
Rysunek 25. Struktura kosztów eksploatacyjnych w transporcie samochodowym ładunków w wybranych państwach członkowskich UE

Źródło: opracowano na podstawie *Collection and analysis of data on the structure of the road haulage sector in the European Union*, Task A, AECOM, 2014, s. 63.

Istota kosztów paliw w rachunku ekonomicznym przedsiębiorstw transportowych znalazła również potwierdzenie w wynikach badań prowadzonych wspólnie przez Ecorys, Fraunhofer, TCI, Prognos i AUEB-RC/TRANSLOG. Wyniki raportu wskazują, że w latach 2006–2012 koszty transportu samochodowego wzrosły średnio o 19% w państwach członkowskich UE, co oznaczało stosunkowo duży wzrost w porównaniu z innymi gałęziami transportu, a za główny powód tego wzrostu uznano zwiększające się koszty paliw¹⁶¹.

¹⁶¹ *Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics Lot 1: Analysis of the EU logistics sector*, Ecorys, Fraunhofer, TCI, Prognose and AUEB-RC/TRANSLOG, 2015, s. 56–57.

Studia literatury przedmiotu oraz wyniki prac badawczych jednoznacznie wskazują, że ceny paliw transportowych przy jednoczesnej silnej preferencji dla motoryzacji indywidualnej mają również istotny wpływ na wydatki na transport gospodarstw domowych w państwach członkowskich UE¹⁶². Analizując dane przedstawione na rysunku 26, można stwierdzić, że w okresie 2006–2012 we wszystkich państwach UE, z wyjątkiem Rumunii, Portugalii, Węgier i Belgii, wzrosły wydatki gospodarstw domowych na transport ogółem. W państwach UE-13 wydatki te zwiększyły się w tym okresie o 29,2%, podczas gdy w państwach UE-15 tylko o 8,9%, tj. 3-krotnie mniej. Wśród państw UE-13 największy wzrost wydatków na transport dotyczył gospodarstw domowych na Łotwie (wzrost tych wydatków wyniósł 131,1%), w Polsce (65,6%) oraz w Bułgarii (59,4%), co odzwierciedla dynamiczny rozwój przewozów indywidualnych w tych krajach.



* Wielka Brytania – dane za 2004 r.; Litwa, Łotwa i Bułgaria – dane za 2005 r.

** Wydatki na transport ogółem obejmują wydatki na zakup samochodów osobowych, wydatki eksploatacyjne na motoryzację indywidualną oraz wydatki na zakup usług transportowych.

Rysunek 26. Dynamika zmian wydatków na transport ogółem i eksploatację samochodów osobowych gospodarstw domowych w państwach członkowskich UE w latach 2006–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie *EU energy and transport in figures. Part 3: Transport: Statistical Pocketbook 2007*, s. 14; *EU energy and transport in figures. Statistical Pocketbook 2009*, s. 102; *UE transport in figures: Statistical Pocketbook 2014*, s. 27.

Analiza szczegółowych charakterystyk poszczególnych kategorii wydatków na transport ogółem wskazuje, że największą ich część stanowiły wydatki eksploatacyjne w zakresie motoryzacji indywidualnej. W 2012 r.

162 *Transport, Chapter 8*, Report IPCC, Working Group III – Mitigation of climate change, IPCC, 2014, s. 15.

udział tych wydatków w wydatkach na transport ogółem w UE wynosił średnio 54,5% i był o 4,7 p.p. wyższy w stosunku do 2006 r. Warto jednocześnie dodać, że obie wymienione wartości, charakteryzujące udziały tych wydatków w państwach UE-15, wynosiły odpowiednio 54,2% i 4,5 p.p. Natomiast w państwach UE-13 wydatki eksploatacyjne na przewozy indywidualne pochłonęły w 2012 r. 59,2% ogółu wydatków gospodarstw domowych przeznaczonych na transport. W 2006 r. udział tych wydatków wynosił 51,2%¹⁶³.

Z dostępnych statystyk wynika, że w okresie 2006–2012 największą dynamikę wzrostu wydatków związanych z eksploatacją samochodów osobowych odnotowano na Łotwie i w Polsce. W ujęciu nominalnym wzrosły one bowiem na Łotwie w tym okresie z 408 do 1317 mln EUR, zaś w Polsce z 6 743 do 14 061 mln EUR. Wzrost tych wydatków spowodował przesunięcia w ich strukturze w tych krajach, potwierdzając tym samym dużą zależność wydatków na transport od jego potrzeb paliwowych. W latach 2006–2012 udział wydatków związanych z użytkowaniem samochodów osobowych w wydatkach na transport ogółem gospodarstw domowych na Łotwie zwiększył się bowiem z 46,3 do 64,3%. W Polsce udział ten zwiększył się odpowiednio z 47,3 do 59,6%. Należy jednocześnie dodać, że zmianom tym towarzyszył spadek udziału wydatków na zakup samochodów osobowych oraz usług transportowych w wydatkach ogółem gospodarstw domowych tych krajów. Analizując wielkość i strukturę wydatków na transport w konsumpcji gospodarstwach domowych w państwach członkowskich UE, można wnioskować, że Polska będzie nadal podążała za obowiązującymi w większości tych państw kierunkami zmian dotyczącymi preferencji dla motoryzacji indywidualnej, zwiększając przez to wydatki na tę motoryzację w wartościach bezwzględnych i względnych. W 2012 r. w państwach członkowskich UE-15 udział wydatków transportowych w konsumpcji ogółem gospodarstw domowych stanowił bowiem 13,1%, podczas gdy w Polsce 10,2%.

Obawy o wzrost cen ropy naftowej i pogłębianie się nierównowagi między podażą a popytem na ten rodzaj paliwa kopalnego spowodowały duży wzrost aktywności w zakresie racjonalnego gospodarowania energią w transporcie. Syntetycznym miernikiem oceny gospodarki w porównaniach międzynarodowych jest zużycie energii na wytworzenie jednostki PKB. Z badań prowadzonych przez Bank Światowy, IEA, EEA oraz opublikowanych wyników zrealizowanych projektów badawczych wynika, że w ostatnich dekadach XX i w pierwszych latach XXI w. wystąpiło ko-

163 Dla wcześniejszych okresów dane dotyczące wydatków gospodarstw domowych państw członkowskich UE nie były wystarczająco spójne, stąd analiza dotyczyła okresu 2006–2012.

rzystne zjawisko zmniejszenia energochłonności gospodarki i tym samym wzrostu efektywności energetycznej w państwach członkowskich UE¹⁶⁴.

W ramach projektu Odyssee-Mure od 1994 r. prowadzone są badania w zakresie monitorowania efektywności energetycznej w państwach członkowskich UE i Norwegii. Badania realizowane były etapowo i obejmowały kilka projektów¹⁶⁵, obejmując m.in. transport. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że realizowane od kilkunastu lat aktywne działania w zakresie poprawy efektywności energetycznej transportu przyczyniły się do stopniowego jej wzrostu. W okresie 1990–2012 średnioroczne tempo wzrostu efektywności energetycznej (mierzone wskaźnikiem ODEX) w transporcie osiągnęło poziom 0,8%. Dynamika zmian tej efektywności w tym okresie była jednak zróżnicowana, co w dużym stopniu uwarunkowane było tendencjami obowiązującymi na rynku samochodowym. W latach 1990–2000 poprawa efektywności energetycznej w transporcie wynosiła średnio 0,35% rocznie, podczas gdy w okresie 2000–2012 odpowiednio 1,20%.

Największy postęp w zakresie poprawy efektywności energetycznej dotyczył samochodów osobowych. Poprawę tę potwierdzają badania przeprowadzone w ramach projektu Odyssee-Mure, jak również wyniki uzyskane w rezultacie wykorzystania modelu Primes¹⁶⁶ (tabela 26). Według ekspertów uczestniczących w tym projekcie wyraźna progresja efektywności energetycznej w indywidualnym transporcie osobowym od 2000 r. wynikała przede wszystkim ze stosowania bardziej wydajnych silników, co stanowiło rezultat usprawnień technologicznych. Jednocześnie od 2005 r., głównie z powodu uwarunkowań gospodarczych, spowolnieniu uległ szybko postępujący od 2000 r. wzrost efektywności energetycz-

164 *Energy balances of OECD countries*, IEA Statistics, 2014, s. 81, 274.

165 Ostatni projekt trwał od maja 2010 do listopada 2012 r. Celem badań było m.in. oszacowanie i porównanie postępu w zakresie efektywności energetycznej dla sektorów gospodarek państw członkowskich UE, Norwegii i UE jako całości oraz odniesienie tego postępu do stwierdzonego zużycia energii. W ramach realizacji przyjętych celów wskazano na potrzebę dokonywania systematycznej aktualizacji bazy danych, dotyczących zużycia energii. Kolejny etap projektu Odyssee-Mure realizowany był od kwietnia 2013 do września 2015 r. Obejmował on rozwój narzędzi ułatwiających użytkownikom korzystanie z baz danych, w tym decydom i interesariuszom aktywnym w zakresie efektywności energetycznej i promocji wykorzystania OZE, http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/x/projekte/odyssee-mure_31-463-3.php [dostęp 17.06.2015]; <http://www.kape.gov.pl/index.php/pl/projekty/projekty/monitorowanie-efektywnosci-energetycznej> [dostęp 17.06.2015].

166 Model Primes został opracowany w National Technical University of Athens pod kierunkiem prof. P. Caprosa. Jest używany przez KE do oceny skutków regulacji energetycznych i ekologicznych. Za: W. Suwała, *Długoterminowe perspektywy rozwoju energetyki w skali globalnej*, [w:] *Polityka energetyczna*, red. M. Sobolewski, „Studia BAS” 2010, nr 1(21), s. 13.

nej napędów samochodów ciężarowych i lekkich pojazdów dostawczych, co doprowadziło do utraty postępów w zakresie poprawy efektywności od 2008 r.

Znaczące są różnice dynamiki poprawy efektywności energetycznej samochodów osobowych i pojazdów ciężarowych (tabela 26). W okresie 1990–2012 dynamika ta wynosiła bowiem 19,6% dla samochodów osobowych i 6,3% dla pojazdów ciężarowych. Dalszy wzrost efektywności energetycznej w transporcie samochodowym w okresie kolejnych dekad wynika m.in. z prognoz opracowanych z wykorzystaniem modelu Primes. Głównym źródłem tego wzrostu mają być zdecydowane działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej samochodów ciężarowych i lekkich pojazdów dostawczych.

Wyniki badań przeprowadzonych z wykorzystaniem wspomnianego modelu świadczą o tym, że zużycie paliwa przez samochodowy transport towarowy w przeliczeniu na jednostkę pracy przewozowej zmniejszy się o 6,2% w 2020 r., o 9,7% w 2030 r. i o 17,6% w 2050 r. w stosunku do 2010 r.¹⁶⁷ Z badań tych wynika jednocześnie niższa dynamika poprawy efektywności energetycznej transportu w stosunku do analogicznej dynamiki wynikającej z badań dostępnych w bazach Odyssee i Mure.

Oszczędności energii, wynikające z niższego jednostkowego zużycia paliw w transporcie samochodowym były jednak niewystarczające, aby zmienić zasadnicze kierunki rozwoju potrzeb energetycznych transportu samochodowego¹⁶⁸. Z danych przedstawionych w tabeli 26 wynika bowiem, że rozwój transportu samochodowego wiązał się z systematycznym wzrostem zapotrzebowania na energię, co można uznać jako przejaw paradoksu Jevonsa¹⁶⁹. Silne preferencje dla przewozów indywidualnych oraz obowiązujące trendy w motoryzacji spowodowały, że samochody osobowe były w największym stopniu odpowiedzialne za potrzeby energetyczne tej gałęzi transportu. W latach 1990–2012 zużycie energii przez

167 *Reference scenario 2013...*, s. 87.

168 Badania przeprowadzone przez B. de Borger i I. Mulalic wykazały, że poprawa o 1% efektywności paliwowej pojazdów ciężarowych w Danii w latach 1980–2007 spowodowała zmniejszenie zużycia paliwa o 0,90% w krótkim okresie i 0,83% w dłuższym okresie. Za: I. Vierth, *Why do CO₂ emissions from heavy road freight transports increase in spite of higher fuel prices?*, „Centre for Transport Studies, Working Paper” 2013, no. 4, s. 14.

169 Zasadniczym aspektem koncepcji W.S. Jevonsa jest określenie zależności pomiędzy wzrostem efektywności wykorzystania zasobów naturalnych i wzrostem ich wydobycia i konsumpcji. Innymi słowy, postęp technologiczny związany ze wzrostem efektywności wykorzystywania danego zasobu prowadzi zwykle do zwiększenia konsumpcji tego zasobu. Za: D. Pieńkowski, *Paradoks Jevons’a a konsumpcja energii w Unii Europejskiej*, „Problemy Ekorozwoju” 2012, vol. 7(1), s. 105–116.

Tabela 26. Kierunki zmian w zakresie potrzeb energetycznych i efektywności energetycznej transportu samochodowego w UE

Wyszczególnienie	1990	2000	2007	2010	2012	2020	2030	2050
Zużycie energii przez poszczególne rodzaje środków transportu samochodowego w UE (Mtoe)								
Transport ogółem	285,4	346,6	384,0	364,7	352,9	359,0	353,9	365,7
Samochody osobowe i motocykle	152,9	172,6	182,0	176,4	170,0	157,1	141,7	142,8
Autobusy	8,3	9,6	10,6	10,6	10,2	10,4	10,6	11,1
Samochody ciężarowe i lekkie pojazdy dostawcze	81,1	95,7	115,9	108,9	108,9	120,2	126,2	131,5
Struktura zużycia energii w UE (%)								
Udział transportu w całkowitym zużyciu energii	26,4	30,6	32,8	31,4	31,9	31,6	31,4	31,8
Udział transportu samochodowego w całkowitym zużyciu energii w transporcie	85,5	81,7	81,0	81,7	81,1	80,9	79,5	79,7
Udział samochodów osobowych i motocykli w całkowitym zużyciu energii w transporcie	53,6	49,8	47,4	48,4	48,2	43,8	40,0	39,0
Udział samochodów ciężarowych i lekkich pojazdów dostawczych w całkowitym zużyciu energii w transporcie	28,4	27,6	30,2	29,9	30,9	33,5	35,7	36,0
Postęp w zakresie efektywności energetycznej w transporcie								
	wyrażony jako wskaźnik ODEX					model Primes		
Samochody osobowe	100	92,7	84,0	82,6	80,4	81,1	67,9	60,9
Samochody ciężarowe i lekkie pojazdy dostawcze	100	97,0	92,0	94,0	93,7	89,8	84,9	77,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Odyssee, http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 15.06.2015]; *European energy and transport: Trends to 2030*, European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Luxembourg 2008, s. 97; *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 87.

indywidualne środki transportu samochodowego zwiększyło się o 11,2%, przy czym silny trend wzrostowy został nieco wyhamowany po 2007 r. Jednocześnie pomiary potrzeb energetycznych przewozów towarowych wskazują na 34,2% wzrost tych potrzeb w badanym okresie. Uzyskane wyniki badań potwierdzają więc wysoką dynamikę wzrostu zapotrzebowania na przewozy ładunków środkami transportu samochodowego, co spowodowało zmiany w strukturze zużycia paliw transportowych. W 2012 r. zużycie paliw przez samochody ciężarowe i lekkie pojazdy do-

stawcze stanowiło 30,9% całkowitej konsumpcji paliw w transporcie, co oznaczało wzrost o 2,5 p.p. w stosunku do 1990 r. Jednocześnie o 5,4 p.p. zmniejszyło się zużycie paliwa przez samochody osobowe, osiągając w 2012 r. poziom 48,2%.

Ekspertcy są zgodni, że dalszy wzrost przewozów środkami transportu samochodowego będzie skutkował kolejnymi zmianami struktury zużycia energii przez transport. Prognozowane w *Reference scenario 2013* efekty szybkiego tempa zmian poprawy efektywności energetycznej napędów samochodów ciężarowych nie zrównoważą efektów wzrostu zużycia paliw przez te samochody. Przewiduje się bowiem, że w 2050 r. samochody ciężarowe będą zużywały o 20,8% więcej paliw niż w 2012 r. Jednocześnie udział tych paliw w całkowitym zużyciu energii przez transport w 2050 r. zwiększy się o 5,1 p.p. w stosunku do 2012 r., osiągając poziom 36%.

Punktem wyjścia do oszacowania potencjału redukcji potrzeb paliwowych motoryzacji indywidualnej w perspektywie do 2030 r. jest przekonanie o dalszej poprawie efektywności zużycia paliw. W celu zapewnienia zgodności z przepisami dotyczącymi norm emisji CO₂ dla samochodów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych, producenci zobowiązani będą do wprowadzania na rynek kolejnych bardziej paliwooszczędnych pojazdów. Prognoza *Reference scenario 2013* wskazuje na 17,8% wzrost efektywności energetycznej do 2030 r. w stosunku do 2010 r., co ma prowadzić do spadku zapotrzebowania na paliwa transportowe przez samochody osobowe. W ocenie autorów tej prognozy wzrost efektywności paliwowej środków transportu samochodowego, nasilany przez rosnące ceny paliw i postępujące usprawnienia technologiczne, ma wyhamować swoje tempo po 2030 r. z uwagi na przewidywany brak bardziej rygorystycznych przepisów dotyczących emisji CO₂¹⁷⁰. W konsekwencji autorzy ci nie przewidują dalszego spadku popytu na paliwa użytkowników samochodów osobowych. Z prognoz wynika, że popyt ten nawet nieznacznie wzrośnie (o 0,8%) do 2050 r. w stosunku do 2030 r.

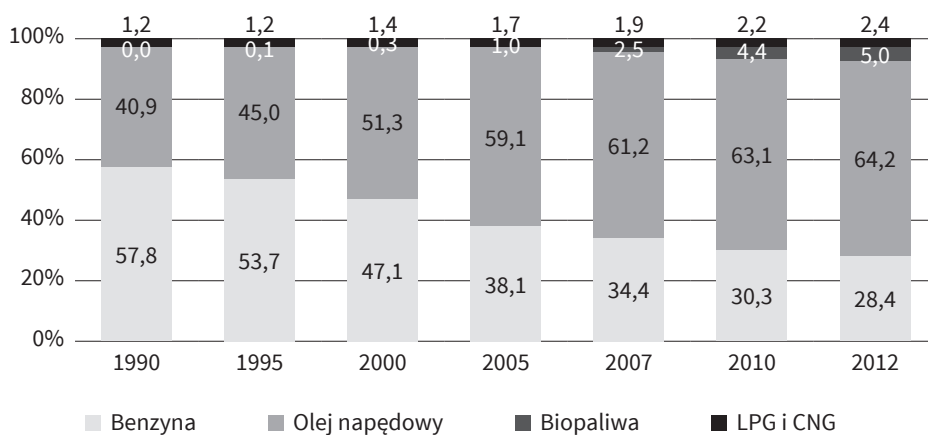
Wyniki analizy szczegółowych charakterystyk potrzeb paliwowych transportu samochodowego potwierdzają prognozowany dynamiczny wzrost przewozów ładunków środkami transportu samochodowego w państwach UE-13, co znajduje odzwierciedlenie we wzroście zużycia paliw przez te środki. W latach 2010–2050 w państwach tych udział zużycia energii przez pojazdy ciężarowe w całkowitym zużyciu energii w transporcie¹⁷¹ powinien być średnio o 10 p.p. większy niż udziały do-

170 *Reference scenario 2013...*, s. 40.

171 Z wyłączeniem transportu morskiego.

tyczące samochodów osobowych i motocykli. Eksperci przewidują, iż w 2050 r. udziały te będą wynosiły 47,5% dla pojazdów ciężarowych i 37,5% dla samochodów osobowych i motocykli. Analogiczne wskaźniki dla państw UE-15 mają wynieść odpowiednio 34,2% (dla pojazdów ciężarowych) i 39,7% (dla samochodów osobowych i motocykli). W Polsce silne preferencje dla transportu samochodowego mają skutkować 47,9% udziałem zużycia energii przez pojazdy ciężarowe oraz 42,9% udziałem tego zużycia przez samochody osobowe i motocykle w całkowitym zużyciu energii w transporcie w 2050 r.

Istotny wpływ na zmiany w asortymencie paliw transportowych miały trendy oraz scenariusze zachowań na rynku przewozów samochodowych w UE (rysunek 27). W strukturze zużycia paliw przez pojazdy samochodowe ogółem z 40,9% w 1990 r. do 64,2% w 2012 r. wzrósł udział oleju napędowego. W tym samym czasie dwukrotnie zmniejszyło się znaczenie benzyn silnikowych, które w 2012 r. zaspokajały 28,4% całkowitych potrzeb paliwowych transportu samochodowego UE. Tendencja wzrostowa w strukturze konsumpcji paliw przez pojazdy samochodowe dotyczyła również biopaliw oraz paliw gazowych, tj. LNG i CNG, które w 2012 r. osiągnęły łącznie 7,4% udział w tej strukturze.



Rysunek 27. Struktura zużycia paliw w transporcie samochodowym UE w latach 1990–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 24.06.2015].

W latach 1990–2012 zmiany w asortymencie paliw w transporcie samochodowym pozostawały pod silnym wpływem potrzeb energetycznych motoryzacji indywidualnej oraz dynamicznie zwiększającej się

aktywności w zakresie przewozów ładunków. W badanych latach z 86,7 do 61,0% zmniejszył się udział samochodów osobowych z silnikiem benzynowym w ogólnej liczbie tych samochodów, co skutkowało 45,7% spadkiem udziału benzyny w strukturze zużycia paliw przez samochody osobowe i prawie 3-krotnym wzrostem udziału oleju napędowego w tej strukturze (tabela 27). W 2012 r. benzyna stanowiła 44,7% w „koszyku paliwowym” samochodów osobowych, zaś olej napędowy 47,0%.

Tabela 27. Struktura zużycia paliw w motoryzacji indywidualnej oraz samochodów osobowych według rodzaju napędu w UE w latach 1990–2050 (w %)

Rodzaj	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2020	2030	2050
Struktura zużycia paliw przez samochody osobowe									
Benzyna	82,3	78,4	72,2	60,3	47,9	44,7	39,4	32,4	28,6
Olej napędowy	16,0	19,8	25,7	36,5	44,8	47,0	46,4	50,4	51,6
LPG i CNG	1,7	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	6,0	7,2	7,0
Biopaliwa	0,0	0,1	0,3	1,0	4,9	5,6	8,0	9,0	9,0
Energia elektryczna	–	–	–	–	–	–	0,2	1,0	3,0
Wodór	–	–	–	–	–	–	–	–	0,8
Struktura samochodów osobowych według rodzaju napędu									
Benzyna	86,7	83,3	78,4	70,1	61,0	59,7	41,0	26,0	18,0
Olej napędowy	11,0	14,5	19,2	28,3	36,4	36,8	44,0	37,2	30,0
LPG i CNG	2,3	2,2	2,4	1,6	2,6	3,4	6,0	7,0	7,0
Hybrydowe	–	–	–	–	–	0,1	8,0	25,4	36,0
Elektryczne	–	–	–	–	–	–	1,0	4,4	8,0
Ogniwa paliwowe	–	–	–	–	–	–	–	–	1,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Odyssee, http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 28.06.2015]; *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 42.

Opublikowane wyniki badań, uzyskane w ramach realizacji projektu Odyssee-Mure oraz statystyki dotyczące rozwoju rynku pojazdów ciężarowych wskazują na wzrost udziału oleju napędowego z 85,2% w 1990 r. do 91,5% w 2012 r. w pokryciu potrzeb paliwowych ogółem samochodów ciężarowych i lekkich pojazdów dostawczych. Z prognoz sporządzonych przez wiele ośrodków naukowych wynika wspólny wniosek, że w perspektywie do 2050 r. wiodącą rolę w „koszyku paliwowym” transportu samochodowego państw członkowskich UE będą nadal odgrywały pro-

dukty ropopochodne, jednak z wyraźną dominacją oleju napędowego. Wniosek ten potwierdzają wyniki uzyskane z wykorzystaniem modelu Primes, jak również prognozy IEA. Jednocześnie zdaniem ekspertów IEA łączny procentowy udział paliw ropopochodnych w konsumpcji paliw transportowych ogółem w UE ma wynieść 89% w 2050 r., czyli tylko o 5 p.p. mniej niż w 2012 r.

Potrzeby energetyczne determinujące popyt na paliwa zgłaszany przez transport, obok wymiernych korzyści ekonomicznych, wywołują negatywne efekty zewnętrzne w rozumieniu teorii ekonomii. Niewątpliwym jest fakt, że skutki działalności transportowej są najczęściej przenoszone na całe społeczeństwo, a nie tylko na wytwórcę tych efektów czy na użytkownika transportu¹⁷². Bezpośrednie oraz pośrednie efekty zewnętrzne świadczenia usług przewozowych są więc coraz częściej analizowane przez pryzmat zagrożeń o charakterze globalnym, do których zaliczyć można m.in. antropogeniczne zmiany klimatu.

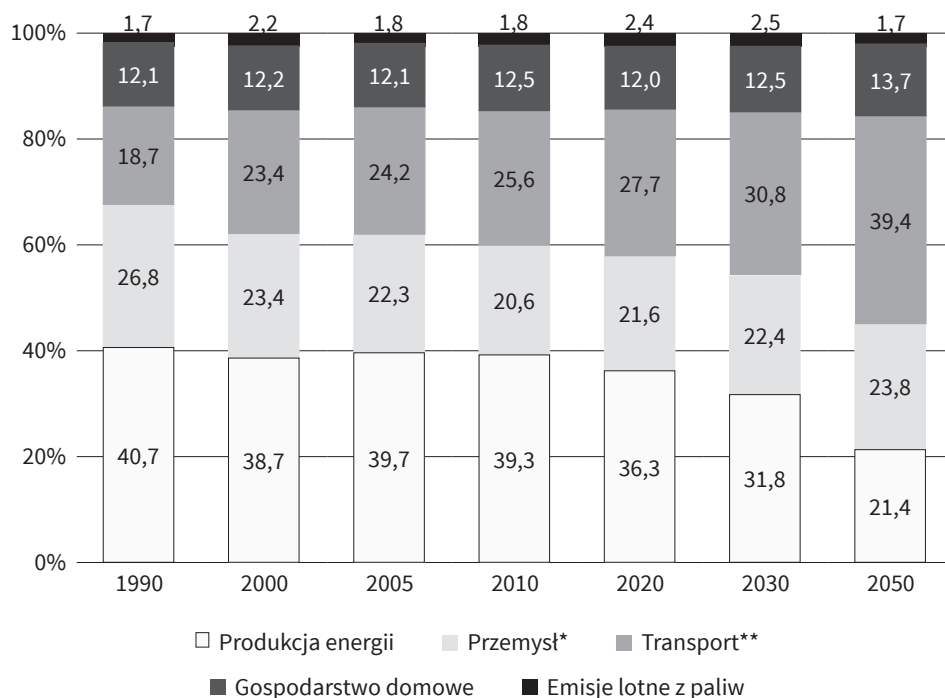
Prowadzone od ponad 30 lat liczne badania w zakresie identyfikacji i internalizacji efektów zewnętrznych transportu pozwalają uznać emisje CO₂ generowane przez transport za jedno z istotnych zagrożeń w procesie budowy gospodarki niskoemisyjnej. Obok energetyki transport jest bowiem jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń i emisji CO₂. Ponadto jest to jedyny sektor gospodarki UE, w którym emisje CO₂ rosły nieprzerwanie, prowadząc do 26,2% ich wzrostu w 2007 r. w stosunku do 1990 r. Od 2008 r., głównie na skutek spowolnienia gospodarczego, emisje CO₂ transportu były nieznacznie niższe. W konsekwencji w okresie 1990–2013 emisje te były o 12,8% większe¹⁷³. Kontrastowały one z emisjami innych sektorów gospodarki, które pozostawały znacznie poniżej poziomów z 1990 r. W 2013 r. emisje CO₂ transportu stanowiły 19,3% całkowitych emisji tego gazu w UE i jednocześnie 32,1% tych emisji pochodzących z sektorów pozostających poza systemem ETS.

Zdecydowanie większą aktywność transportu w stosunku do pozostałych sektorów gospodarki w zakresie wzrostu emisji CO₂ potwierdzają wnioski wynikające z przeglądu zmian wielkości tych emisji pochodzących ze spalania paliw (rysunek 28). Udział emisji CO₂ z transportu w emisjach CO₂ ogółem pochodzących ze spalania paliw wzrósł bowiem w UE z 18,7% w 1990 r. do 25,6% w 2010 r. Z analizy scenariuszy emisji CO₂ do 2050 r. wynika, że w dłuższej perspektywie procesy wytwarzania

172 D. Kisperska-Moroń, E. Płaczek, R. Piniecki, *Koszty zewnętrzne logistyki w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2002, s. 14–15.

173 *EU transport...*, s. 137–139; <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdcc210&language=en> [dostęp 15.12.2015].

energii będą niemal całkowicie wolne od tych emisji, zaś największym ich źródłem będzie transport. Prognozuje się, że ze względu na stosunkowo wysokie koszty krańcowe redukcji emisji CO₂ w transporcie, tempo tej redukcji w kolejnych dekadach będzie wolniejsze niż latach 1990–2010. Podobne stanowisko reprezentują eksperci EEA. Według ich opinii nie będzie postępów w zakresie dalszej dekarbonizacji transportu w perspektywie najbliższej dekady¹⁷⁴.



* Przemysł wytwórczy, budownictwo i procesy przemysłowe.

** Z wyłączeniem międzynarodowych paliw bunkrowych, międzynarodowego transportu lotniczego i morskiego.

Rysunek 28. Prognoza zmian poziomu emisji CO₂ pochodzących ze spalania paliw w podziale na sektory w UE w latach 1990–2050

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Odyssee, http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 30.06.2015]; *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 86; *UE transport in figures: Statistical Pocketbook*, Luxembourg 2014, s. 124–127.

174 *Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020*, EEA, 2014, s. 45.

Poprawa efektywności energetycznej transportu wyraźnie wpłynęła na spowolnienie tempa wzrostu emisji CO₂ pochodzących ze spalania paliw. Od 2000 r. do 2010 r. tempo wzrostu tych emisji wynosiło 0,3% rocznie, podczas gdy w latach 1990–1999 odpowiednio 1,7%. Ponadto eksperci uczestniczący w projekcie *Odysee-Mure* oszacowali, że w latach 1990–2010 wzrost ruchu pasażerskiego i towarowego powinien się przyczynić do wzrostu emisji CO₂ o 318 mln t. Jednak prawie połowa tej wartości, tj. 150 mln t CO₂, została zrekompensowana przez oszczędności w emisjach CO₂. Oszczędności te wynikały głównie z redukcji emisji na jednostkę ruchu środków transportu samochodowego. Ograniczyły one wzrost emisji CO₂ do 167 mln t w stosunku do roku bazowego. Źródłem ok. 40% tych oszczędności były samochody ciężarowe i lekkie pojazdy dostawcze, natomiast 30% samochody osobowe¹⁷⁵.

Spowolnienie gospodarcze i poprawa efektywności energetycznej były jednak niewystarczające, aby zrównoważyć skutki wzrostu potrzeb energetycznych transportu samochodowego. Z analizy danych przedstawionych w tabeli 28 wynika, że w okresie 1990–2012 transport samochodowy wyemitował o 17,3% więcej CO₂ mimo spadku swojej aktywności, utrzymującego się od pojawienia się kryzysu gospodarczego. Poziom tych emisji zwiększył się bowiem w tym okresie z 710,2 do 833,3 MtCO₂. Źródłem ponad połowy emisji CO₂ ogółem pochodzących z transportu w latach 1990–2012 była motoryzacja indywidualna. Wzrost zużycia energii przez samochody ciężarowe i dostawcze przyczynił się do wzrostu emisji CO₂ o prawie 30% w latach 1990–2012. W konsekwencji tego wzrostu transport samochodowy odpowiadał w 2012 r. w UE za 94,4% emisji CO₂, pochodzących ze środków transportu lądowego. Jednocześnie transport samochodowy z udziałem 71,9% przeważał w 2012 r. w strukturze emisji CO₂ pochodzących z transportu ogółem¹⁷⁶. W niektórych państwach członkowskich UE udział ten przekraczał 90%. Do państw tych należały: Słowacja, Słowenia, Węgry, Polska, Czechy, Rumunia i Chorwacja.

W Polsce w okresie 1990–2012 rozwój transportu samochodowego spowodował wzrost emisji CO₂ z 18,4 do 46,8 MtCO₂. W okresie tym emisje CO₂ pochodzące z samochodów osobowych zwiększyły się 2,9-krotnie, zaś 2,7-krotnie emisje CO₂ z samochodów ciężarowych i dostawczych. W 2012 r. motoryzacja indywidualna odpowiadała więc za 46,8% całkowitych emisji CO₂ z transportu samochodowego w Polsce,

175 *Energy efficiency...*, s. 48.

176 Dane te uwzględniają międzynarodowe paliwa bunkrowe, międzynarodowy transport morski i lotniczy oraz emisje CO₂ pochodzące z transportu rurociągowego, obsługi naziemnej portów lotniczych i wodnych oraz działań terenowych poza siecią drogową.

Tabela 28. Wielkość emisji CO₂ z transportu samochodowego w UE w latach 1990–2012

Wyszczególnienie	1990		2000		2007		2010		2012		Średnioroczne tempo zmian w latach (%)		
	MtCO ₂	%	MtCO ₂	%	MtCO ₂	%	MtCO ₂	%	MtCO ₂	%	1990–2007	2007–2012	1990–2012
Transport ogółem*	769,3	100,0	903,0	100,0	977,3	100,0	925,4	100,0	882,4	100	1,4	-2,0	0,6
Transport samochodowy:	710,2	92,3	845,5	93,6	920,2	94,2	872,9	94,3	833,3	94,4	1,5	-1,9	0,7
samochody osobowe	441,1	57,3	497,2	55,1	521,1	53,3	500,6	54,1	479,9	54,4	1,0	-1,6	0,4
samochody ciężarowe i dostawcze	240,1	31,2	316,3	35,0	365,1	37,4	335,1	36,2	312,2	35,4	2,5	-3,1	1,2
autobusy i pojazdy dwukółowe	29,0	3,8	32,0	3,5	34,0	3,5	37,2	4,0	41,2	4,7	0,9	3,9	1,6

* Z wyłączeniem międzynarodowych paliw bunkrowych, międzynarodowego transportu lotniczego i morskiego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Odyssee, http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 07.07.2015]; B. Lapillonne, P. Pollier, *Energy efficiency trends in transport in the EU*, Enerdata, 2015, s. 45.

w tym pojazdy ciężarowe za 45,4%. Ponadto z prognoz opracowanych przez Bank Światowy wynika, że do 2030 r. emisje CO₂ generowane przez pojazdy samochodowe w Polsce będą wykazywały 4,1% średnioroczny wzrost. Większa, tj. 4,5%, dynamika wzrostu tych emisji prognozowana jest dla transportu ciężarowego, zaś dla motoryzacji indywidualnej dynamika ta ma wynosić 3,9% rocznie¹⁷⁷.

Istotnym czynnikiem wpływającym na poziom emisji CO₂ przez środki transportu samochodowego są trendy obowiązujące w motoryzacji indywidualnej. W zależności od typu i wielkości silnika, rodzaju paliwa, zachowania kierowców i średniej liczby osób w aucie, wielkości emisji CO₂ z samochodów osobowych mogą być znacznie zróżnicowane. Z badań przeprowadzonych przez Lotniczą Federację Ochrony Środowiska w Wielkiej Brytanii (ang. Aviation Environment Federation, AEF) dotyczących wpływu podróżowania poszczególnymi środkami transportu ma wielkość emisji CO₂ wynika, że korzystanie z małych, lekkich pojazdów wiąże się z emisją średnio od 100 do 150 gCO₂/pkm¹⁷⁸. Duże, z większą pojemnością silnika, samochody osobowe, w tym m.in. samochody typu SUV, emitują od 250 do 500 g CO₂/pkm. Natomiast komunikacja zbiorowa, w zależności od stopnia wykorzystania miejsc w pojeździe i rodzaju napędu, emituje średnio 45–80 gCO₂/pkm, co wskazuje na duży potencjał redukcji emisji CO₂ tkwiący w zmianach behawioralnych.

Zależność między rozwojem gospodarczym a rosnącymi potrzebami energetycznymi transportu doprowadziła do reorientacji aktualnego modelu rozwoju gospodarki UE, w tym również rozwoju transportu samochodowego w kierunku bardziej efektywnego wykorzystania dostępnych zasobów paliw kopalnych. Opublikowane w 2014 r. badania przeprowadzone przez Amerykańską Radę na Rzecz Energetycznie Wydajnej Gospodarki (ang. American Council for an Energy-Efficient Economy, ACEEE) potwierdziły, że spośród 16 największych, obejmujących ponad 81% światowego PKB, gospodarek na świecie o najbardziej efektywnych działaniach w zakresie poprawy efektywności energetycznej, aż pięć pochodziło z UE, przy czym na pierwszym miejscu byli Niemcy, a na drugim Włochy¹⁷⁹. Z badań tych wynika również, że gospodarka UE jest mniej energochłonna w porównaniu z gospodarkami USA czy Chin, jednak przegrywa z nimi w zakresie cen energii dla finalnych odbiorców.

177 *Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce*, Bank Światowy, 2011, s. 126.

178 <http://www.aef.org.uk/page/5/?s=How+does+air+compare> [dostęp 08.07.2015].

179 *Executive Summary: The 2014 international energy efficiency scorecard*, ACEEE, Washington 2014, s. 2.

Ceny paliw transportowych nie wpływają w istotny sposób na mobilność indywidualną i aktywność na rynku samochodowych przewozów towarowych. Niska elastyczność cenowa popytu transportu na paliwa wynika przede wszystkim z wysokiej wartości użytkowej paliw ropopochodnych, co w rzeczywistości wiąże się z brakiem substytutów. Pośrednio elastyczność ta jest również determinowana preferencjami konsumentów, które wskazują na wysoką wartość funkcji użyteczności transportu samochodowego. Popyt na paliwa transportowe jest bowiem popytem indukowanym. Zapotrzebowanie na samochodowy transport towarowy zależy przede wszystkim od popytu na towary będące przedmiotem przewozów, a nie od ceny paliw transportowych. Również w przypadku motoryzacji indywidualnej popyt na mobilność ma charakter wtórny. Społeczeństwo jeździ bowiem w zależności od potrzeb, wykazując przy tym niską elastyczność na zmiany cen paliw transportowych.

Przegląd wyników badań ujętych w literaturze przedmiotu wskazuje, że w transporcie ciężarowym 1% wzrost cen paliw transportowych powoduje 0,13% spadek popytu na paliwa w krótkim okresie oraz 0,22% spadek tego popytu w okresie długim¹⁸⁰. Natomiast w przypadku transportu ciężarowego długodystansowego popyt na usługi transportowe zmniejsza się o 0,10% w długim okresie w odpowiedzi na 1% wzrost cen paliw. Bardzo zbliżona do elastyczności cenowej popytu na paliwa transportu ciężarowego jest analogiczna elastyczność transportu pasażerskiego, przy czym prawidłowość ta dotyczy zarówno krótkiego, jak i długiego horyzontu czasowego¹⁸¹.

W krótkim okresie popyt na paliwa transportowe kształtowany jest przez wysoką elastyczność dochodową. Brak substytutów na paliwa ropopochodne powoduje przesunięcia w strukturze wydatków gospodarstw domowych. Z jednej strony gospodarstwa te przeznaczają większą część swoich dochodów na zakup paliw transportowych, z drugiej zaś redukują wydatki na zakup innych usług i dóbr konsumpcyjnych. W konsekwencji silne wzrosty cen paliw transportowych prowadzą do spadku aktywności gospodarczej.

Szeroki przegląd literatury przedmiotu oraz wyniki raportów i prac badawczych wskazują, że w długim okresie zależności między wzrostem cen paliw transportowych a poziomem rozwoju gospodarczego będą

180 B. de Borger, I. Mulalic, *The determinants of fuel use in the trucking industry – volume, fleet characteristics and the rebound effect*, „Transport Policy” 2012, no. 24, s. 284–295; G. de Jong, A. Schroten, H. Van Essen, M. Otten, P. Bucci, *Price sensitivity of European road freight transport – towards a better understanding of existing results*, A Report for Transport & Environment. Significance & CE Delft, 2010, s. 27.

181 T. Litman, *Transport Elasticities: Impacts on travel behaviour*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 2013, s. 16.

miały bardziej złożony charakter. W ocenie autorów raportu opublikowanego przez PKN ORLEN ceny paliw i energii stanowić będą w długim horyzoncie czasowym ważną determinantę przewagi konkurencyjnej na światowym rynku¹⁸². Jednocześnie autorzy ci podkreślają, że aby w przyszłości możliwe było pozyskiwanie energii w sposób zrównoważony już dzisiaj potrzebne są działania zmierzające do rozwoju nowych przyjaznych dla klimatu i opłacalnych ekonomicznie technologii. Według autorów raportu działania te powinny obejmować w długim okresie również inwestycje w rozwój wiedzy niezbędnej do przełamania barier technologicznych. Podobne stanowisko reprezentuje także część środowiska naukowego w Polsce. W opinii B. Liberadzkiego modernizacja gospodarki i ochrona środowiska powinny przeważać nad doraźnymi korzyściami. Natomiast J. Popczyk podkreślił istotę programu rozwoju transportu elektrycznego, wskazując na jego komplementarność przy opracowywaniu długoterminowej polityki energetycznej¹⁸³. W przedstawionych w czerwcu 2016 r. przez polski rząd założeniach Planu rozwoju elektromobilności rozwój rynku pojazdów elektrycznych w naszym kraju ma służyć nie tylko transformacji energetycznej, ale przede wszystkim ma stanowić ważny element reindustrializacji polskiej gospodarki¹⁸⁴. Problematyka zależności energetycznych we współczesnych świecie pozwala więc uznać rozwój i kształtowania potrzeb energetycznych transportu za jedno z aktualnych i najbardziej złożonych zagadnień w dążeniu do rozwoju zrównoważonego w wymiarze ekonomicznym, społecznym, środowiskowym oraz w zakresie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych.

3.5. Podsumowanie

Tendencje rozwojowe transportu wskazują, że zaspokojenie jego rosnącego zapotrzebowania na energię będzie kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego UE. Zatem niezwykle istotny staje się plan działań

182 *Europejska Unia Energetyczna Kompromis dla Rozwoju i Dobrej Energii*, z. 8, *Future Fuelled by Knowledge*, Raport PKN ORLEN, Warszawa 2015, s. 14, 31.

183 Opublikowano w ramach dyskusji o kształcie polityki energetycznej Polski, do której zaproszono ekspertów i naukowców z różnych środowisk naukowych, „Rzeczpospolita”, 08.07.2015.

184 *Założenia Planu rozwoju elektromobilności w Polsce*, konferencja pt. *W kierunku elektromobilności*, Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Energii i Politechnika Warszawska, Warszawa 7 czerwca 2016 r., <https://www.mr.gov.pl/strony/aktualnosci/w-drozdze-do-elektromobilnosci/> [dostęp 10.06.2016].

mający na celu pokrycie tego zapotrzebowania. Realizacja tego celu może okazać się trudna ze względu na wiodącą aktualnie rolę ropy naftowej w zaspokajaniu potrzeb paliwowych transportu. Bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych jest zatem silnie uzależnione od importu tego surowca.

Transport zgłasza największe zapotrzebowanie na energię finalną w UE. Jest on bowiem konsumentem ok. 1/3 całkowitej jej ilości i wyprzedza pod tym względem gospodarstwa domowe i przemysł. Dodatkowo transport jest aktualnie jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się działów gospodarki UE, a wzrost zapotrzebowania na jego usługi jest przede wszystkim efektem globalizacji gospodarki światowej. Od 1990 r. transport UE zwiększył swoje zapotrzebowanie na energię o ok. 1/4.

Wzrost potrzeb energetycznych transportu UE determinowany jest przede wszystkim przez transport samochodowy. Wzrost ten wynika z jego walorów, obejmujących głównie powszechną dostępność oraz możliwość bezpośredniego przewozu ładunków i osób, co przesądza o elastyczności transportu samochodowego względem indywidualnych potrzeb klienta. Transport ten korzysta ponadto ze szlaków komunikacyjnych (dróg), których układ cechuje największa (w porównaniu z innymi gałęziami transportu) gęstość i spójność.

Perspektywy dynamicznego rozwoju transportu samochodowego UE wymagają właściwie ukierunkowanego podejścia w zakresie rozwiązania problemu jego rosnących potrzeb energetycznych. Z opublikowanych dokumentów i dotychczasowych działań wynika, że UE dąży do rozwiązania tego problemu m.in. poprzez stosowanie paliw alternatywnych. Rozwiązanie to ma charakter innowacyjny i zakłada wykorzystanie dużego potencjału tkwiącego w tych paliwach. Potencjał ten obejmuje głównie możliwość dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia transportu samochodowego w energię zarówno pod względem pochodzenia paliwa, jak i jego dostawców.

Wykorzystanie paliw alternatywnych, oprócz poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych, może się przyczynić do realizacji niezwykle istotnego w wymiarze globalnym celu, jakim jest ochrona klimatu. Stosowanie tych paliw może bowiem wnieść istotny wkład do rozwoju transportu niskoemisyjnego, a przez to przyczynić się do rozwoju gospodarki niskoemisyjnej UE. Ze względu na innowacyjność proponowanego rozwiązania, znaczące jego efekty mogą się pojawić w długim okresie. Należy się przy tym liczyć z tym, że uzyskanie tych efektów będzie wymagało poniesienia dużych nakładów na rozwój paliw alternatywnych, pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu i infrastruktury, umożliwiającej ich obsługę. W rachunku kosztów należy uwzględnić także wydatki na przełamanie oporu, a co najmniej bierności konsumentów wobec stosowania paliw alternatywnych.

Zidentyfikowane w tym rozdziale związki przyczynowo-skutkowe między rozwojem transportu samochodowego a wzrostem zapotrzebowania na paliwa transportowe umożliwiły pozytywną weryfikację trzeciej hipotezy pomocniczej, stanowiącej, że „wobec dużego i rosnącego znaczenia transportu samochodowego w gospodarce UE i Polski i wzrostu jego potrzeb paliwowych, wykorzystanie paliw alternatywnych w tej gałęzi transportu jest istotnym czynnikiem stopniowej substytucji paliw kopalnych i rozwoju transportu niskoemisyjnego”. Istotnym wnioskiem wynikającym z tej weryfikacji jest wzrost znaczenia kategorii bezpieczeństwa dostaw paliw dla transportu, które może ulec poprawie w wyniku stosowania paliw alternatywnych. Ponadto wykorzystanie tych paliw w procesie częściowej substytucji źródeł energii pochodzących z surowej ropy naftowej może się przyczynić, chociaż w mniejszym stopniu (zakładając aktualny poziom rozwoju nowych technologii napędu), do ograniczenia emisji CO₂ pochodzących z transportu samochodowego, a także do poprawy konkurencyjności tego transportu i realizacji celów społecznych. Duże znaczenie dla zaspokojenia rosnących potrzeb energetycznych transportu samochodowego ma również poprawa efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych, która przełoży się także, chociaż w mniejszym stopniu, na ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z tego transportu, jak i na wzrost jego konkurencyjności.

Rozdział 4

Kierunki rozwoju rynku paliw alternatywnych dla niskoemisyjnego transportu samochodowego w Unii Europejskiej

4.1. Wprowadzenie

Wyraźna dominacja transportu samochodowego pod względem wielkości przewozów ładunków i osób w UE była główną przyczyną ukierunkowania poszukiwań rozwiązań w zakresie zaspokojenia potrzeb energetycznych tego transportu na wykorzystanie paliw alternatywnych. Rozwój rynku tych paliw powinien zmniejszyć uzależnienie UE od ropy naftowej i przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych, wesprzeć wzrost gospodarczy, wzmocnić konkurencyjność przemysłu UE i ograniczyć emisje CO₂ pochodzące z transportu.

Koncepcja rozwoju rynku paliw alternatywnych UE uwzględnia aktualny stopień zaawansowania technologicznego różnych rodzajów tych paliw i ich rynku, a także perspektywy ich wykorzystania. Centralnym elementem tej koncepcji jest rozwój infrastruktury, umożliwiającej stosowanie tych paliw. Dlatego przedmiotem szczególnego zainteresowania UE są te paliwa alternatywne, których infrastruktura jest aktualnie stosunkowo słabo rozwinięta. Do paliw tych należy zaliczyć przede wszystkim energię elektryczną, wodór i gaz ziemny w postaci skroplonej (LNG) i sprężonej (CNG). Wobec istniejącej już infrastruktury, zainteresowanie to w mniejszym stopniu dotyczy biopaliw i skroplonego gazu ropopochodnego (LPG), tj. aktualnie głównych alternatyw dla ropy naftowej. Wspomniana koncepcja zakłada także opracowanie wspólnych specyfikacji technicznych paliw alternatywnych, podjęcie działań na rzecz uzyskania akceptacji konsumentów dla tych paliw oraz dalsze prowadzenie badań mających na celu poprawę ich parametrów jakościowych i ekonomicznych.

Rozbudowa infrastruktury paliw alternatywnych, zgodnie z wnioskiem KE¹ i dyrektywą 2014/94/WE w sprawie rozwoju infrastruktury tych paliw, ma się przyczynić do długookresowego zrównoważenia transportu UE. Z uwagi na transnarodowy charakter tej infrastruktury niezbędna jest koordynacja działań w zakresie jej budowy i specyfikacji technicznych. Koordynacja ta dotyczy w szczególności przypadków, w których wymagana jest transgraniczna ciągłość infrastruktury paliw alternatywnych lub budowa nowej infrastruktury w pobliżu granic państwowych, a także niedyskryminacyjne opcje dostępu do punktów ładowania i uzupełniania paliwa. Brak harmonizacji działań na rzecz rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w skali UE może bowiem stanowić barierę w osiągnięciu korzyści skali po stronie podaży, jak i popytu na te paliwa.

Aktualnie poziomy rozwoju rynków paliw alternatywnych państw członkowskich UE cechuje duże zróżnicowanie. Niektóre z tych państw, np. Niemcy, Francja, Włochy i Hiszpania, przyjęły bowiem ambitne cele w zakresie rozpowszechniania tych paliw i podjęły działania dotyczące rozbudowy infrastruktury, osiągając przy tym pewne postępy. W innych państwach członkowskich UE, w tym m.in. w Polsce, dyskusje nad takimi działaniami są w początkowej fazie, a ich efekty niewielkie.

Istnieje mimo to wspólna wola w UE, aby wykorzystać potencjał paliw alternatywnych w transporcie. Odmienne wybory technologiczne dotyczące tych paliw, dokonane w różnych państwach, doprowadziły jednakże do rozdrobnienia rynku paliw alternatywnych UE, tworząc granice zasięgu poszczególnych technologii, co utrudnia ogólnoeuropejską mobilność pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu. Wejście na rozdrobniony rynek paliw alternatywnych jest utrudnione przez brak infrastruktury i wspólnych specyfikacji technicznych tych paliw.

Szczegółnej troski i dokładności zarazem wymaga skoordynowany rozwój elektromobilności UE. Technologie urządzeń do ładowania pojazdów z napędem elektrycznym opierają się bowiem obecnie głównie na złączach kablowych, a dla zdynamizowania rozwoju rynku tych pojazdów konieczne jest rozpowszechnienie ładowania bezprzewodowego lub poprzez wymianę akumulatorów. Ponadto przy tworzeniu infrastruktury dla tych pojazdów niezbędne jest przestrzeganie wymogów, umożliwiających jej współpracę z systemem elektroenergetycznym oraz zachowa-

1 Wniosek dotyczący dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych, KOM(2013) 18, wersja ostateczna, Bruksela 2013.

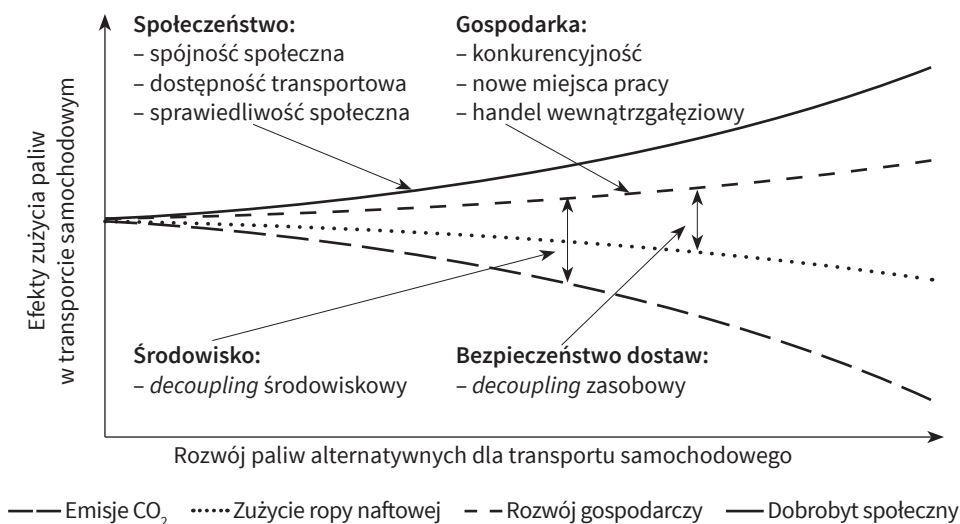
nie zgodności z polityką UE w zakresie rynku energii elektrycznej, której główne zasady określono dyrektywą 2009/72/WE² dotyczącą wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej.

Doceniając istotę realizacji projektów z zakresu budowy infrastruktury, zwłaszcza w wymiarze transgranicznym, dla rozwoju rynku paliw alternatywnych oraz mając na uwadze wysokie koszty tych projektów, UE uruchomiła prawne i finansowe instrumenty wsparcia tej realizacji. Do najbardziej znaczących należą m.in. instrumenty: PCI (ang. Projects of Common Interest), TEN-E (ang. Trans Energy Networks), CEF (ang. Connecting Europe Facility), EEPR (ang. European Energy Programme for Recovery) i ESIF (ang. European Structural and Investment Funds). Projekty obejmujące rozwój transgranicznej infrastruktury elektroenergetycznej i gazowej, wraz z magazynami energii, są zgodne z koncepcją Unii Energetycznej, uzgodnioną na posiedzeniu Rady Europejskiej w marcu 2015 r. Koncepcja ta zakłada także m.in. poprawę efektywności energetycznej, dekarbonizację gospodarki oraz promowanie innowacyjnych rozwiązań, co jest zgodne z założeniami gospodarki niskoemisyjnej.

4.2. Strategia wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym

Koncepcja rozwoju paliw alternatywnych dla transportu samochodowego wskazuje, iż paliwa te kojarzone są z szerokim spektrum pozytywnych efektów w wymiarze ekonomicznym, społecznym, środowiskowym oraz w zakresie poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (rysunek 29). Jednak kompleksowa ocena korzystania z paliw alternatywnych powinna uwzględniać zarówno ich zalety, jak i wady, a także możliwie najbardziej realistyczne warunki operacyjne. Istotne jest również, aby w ocenie kosztów i korzyści wykorzystania tych paliw brać jednocześnie pod uwagę pojazd z alternatywnym źródłem napędu, związane z nim paliwo i infrastrukturę.

2 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE, Dz.Urz. UE L 211 z 14.08.2009.



Rysunek 29. Koncepcja rozwoju paliw alternatywnych dla transportu samochodowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel, United Nations Environment Programme, 2011, s. 8–11; *Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013, s. 2–14.

Wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym UE w perspektywie czasowej do 2050 r. może prowadzić do ograniczenia kosztów ponoszonych przez właścicieli pojazdów. W opinii pewnej grupy środowisk naukowych i politycznych państw członkowskich UE rozwój tych paliw postrzegany jest jednak przez pryzmat obciążeń finansowych spowodowanych przez subsydia wspierające ten rozwój lub z punktu widzenia utraty przychodów, wynikającej ze zwolnień podatkowych związanych z rozbudową stosownej infrastruktury³.

Produkcja biopaliw, które są aktualnie najszerzej wykorzystywanym rodzajem paliw alternatywnych, wiąże się generalnie z wyższymi kosztami niż produkcja paliw transportowych opartych na surowcach ropopochodnych. Z dostępnych analiz wynika, że przy cenie ropy naftowej 30 USD za baryłkę, dodatkowe koszty produkcji biopaliw w UE wynoszą

³ Wiele krytycznych uwag dotyczących regulacji związanych z OZE zarówno w kwestii rozbudowy infrastruktury, jak i koordynacji systemów wsparcia przedstawili przedstawiciele francuskiego sektora energetycznego. Uważają oni, że konieczne jest bardziej pragmatyczne podejście do produkcji energii z OZE, w tym wspieranie tylko najbardziej efektywnych inwestycji i technologii, a nawet stopniowa eliminacja subsydiów dla OZE.

średnio ok. 250–300 euro/1000 l. W Polsce w latach 2008–2013 średnie koszty wytworzenia biokomponentów były średnio o 30% wyższe w stosunku do średnich cen ich sprzedaży⁴. Zdaniem szefa Banku Światowego J.Y. Kima, który zaapelował o niskoemisyjny rozwój globalnej gospodarki, produkcja biopaliw i ich wprowadzanie na rynek wymaga wsparcia finansowego. Jednocześnie wezwał on do zakończenia subsydiowania m.in. sektora wydobywania i przetwórstwa ropy naftowej oraz gazu⁵.

W raporcie pt. *How large are global energy subsidies* Międzynarodowego Funduszu Walutowego (ang. International Monetary Fund, IMF) obliczono, iż globalny koszt dopłat do paliw kopalnych, z których w 2015 r. skorzystał przemysł wydobywczy osiągnął poziom 5,3 bln USD, tj. o 1 bln USD wyższy niż w 2013 r.⁶ Warto podkreślić, iż prawie połowę tej kwoty stanowiły subsydia do ropy naftowej. Według autorów tego raportu, wysokość tych dopłat przekracza sumę wszystkich środków wydawanych na ochronę zdrowia przez rządy na świecie, a samo tylko ich wstrzymanie spowodowałoby ograniczenie emisji CO₂ o 20%⁷. O połowę, czyli do 1,6 mln rocznie, spadłaby też liczba przedwczesnych zgonów na świecie spowodowanych zanieczyszczeniem powietrza⁸. W opinii IMF oraz Banku Światowego zlikwidowanie subsydiów do paliw kopalnych pozwoliłoby ponadto na szybkie zakończenie subsydiowania odnawialnych źródeł energii, które stałyby się wówczas konkurencyjne wobec kopalnych surowców energetycznych i nie wymagałyby dopłat w wysokości 120 mld USD rocznie⁹.

4 O koszcie wytworzenia biopaliw decyduje cena surowca, która stanowi 55–70% kosztów ich produkcji. Istotnym składnikiem kosztów produkcji biopaliw jest energia, która stanowi do 20–25% kosztów ogółem tej produkcji. Za: Krajowa Izba Biopaliw, <http://www.kib.pl/index.php/component/content/article/29-kib/wiedza/149-koszty-produkcji-biopaliw-pynnych> [dostęp 01.10.2015].

5 *Scrap fossil fuel subsidies now and bring in carbon tax, says World Bank chief*, <http://www.theguardian.com/environment/2015/apr/13/fossil-fuel-subsidies-say-burn-more-carbon-world-bank-president> [dostęp 15.04.2015].

6 Zdaniem IEA, dopłaty do paliw kopalnych na świecie są trzykrotnie niższe w stosunku do danych przedstawionych w ostatnim raporcie IMF. Tak duże różnice w szacunkach wynikają z faktu, że eksperci IMF za dopłaty uznają także dotacje, przyznawane producentom tych paliw w np. postaci ulg podatkowych.

7 Według IMF, przemysł paliw kopalnych w największym stopniu subsydiują Chiny (2,3 bln USD), USA (700 mld USD), Rosja (335 mld USD), Indie (277 mld USD), Japonia (157 mld USD). Subsydia do paliw kopalnych UE są znacznie niższe i wynoszą 33 mld USD.

8 Z badań WHO opublikowanych w 2015 r. wynika, że zanieczyszczenie środowiska kosztuje kraje europejskie rocznie nawet 1,6 bln USD, czyli kwotę równą jednej dziesiątej całkowitego PKB UE w 2013 r., za: *World health statistics 2015*, World Health Organization, Luxembourg 2015.

9 D. Coady, I. Parry, L. Sears, B. Shang, *IMF Working paper. How large are global energy subsidies?*, International Monetary Fund 2015, s. 6–7.

Innowacyjne rozwiązania w zakresie substytucji paliw ropopochodnych, zgodnie z rysunkiem 29, postrzegane są jako szanse dla rozwoju przemysłu europejskiego i wzrostu konkurencyjności UE na rozwijającym się rynku globalnym. Przeniesienie środków z dziedzin niewymagających dużych nakładów pracy na pracochłonne alternatywne technologie paliwowe ma sprzyjać poprawie bilansu handlowego oraz wzrostowi zatrudnienia. Zdaniem Europejskiej Fundacji Klimatycznej, wsparcie rozwoju paliw alternatywnych i inwestycje w ich infrastrukturę pozwolą osiągnąć cel, zakładający wzrost gospodarczy oraz powstanie ok. 700 tys. nowych miejsc pracy w UE do 2025 r.¹⁰ Cel ten ma szczególne znaczenie, ponieważ według ekspertów Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej (ang. International Renewable Energy Agency, IRENA) największe korzyści z rozwoju OZE odnoszą Chiny, nie zaś UE, konsekwentnie zorientowana na ten rozwój i budowę gospodarki niskoemisyjnej. Zgodnie z raportem IRENA pt. *Renewable Energy and Jobs* w 2014 r. liczba miejsc pracy w Chinach związanych z OZE wynosiła 3,4 mln, zaś w UE 1,2 mln. Należy jednocześnie podkreślić, iż ze względu na silną konkurencję, głównie ze strony Chin, liczba ta zmniejszyła się w UE o 50 tys. w porównaniu z 2012 r.¹¹ Realizowany w Polsce w latach 2008–2014 *Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych* nie przyniósł zamierzonych efektów w zakresie tworzenia miejsc pracy¹². W 2012 r. liczba etatów przy produkcji oleju rzepakowego na cele nieżywnościowe wynosiła 3 tys., tj. o 0,2 tys. mniej niż w 2008 r. W tym samym okresie liczba gorzelni wytwarzających alkohol etylowy stanowiący półprodukt do produkcji biokomponentów zmniejszyła się z 223 do 137¹³.

Perspektywa tworzenia nowych stanowisk pracy związanych bezpośrednio z łańcuchem wartości dla producentów paliw alternatywnych, pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu i infrastruktury wspomagającej ma szczególne znaczenie dla przemysłu motoryzacyjnego w UE z uwagi na malejącą sprzedaż samochodów na rynku wewnętrznym. Pozytywny wpływ działań na rzecz budowy gospodarki niskoemisyjnej na rynek pracy potwierdziły badania przeprowadzone przez Cambrid-

10 *Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013, s. 2.

11 R. Ferroukhi, A. Khalid, A. Lopez-Peña, M. Renner, *Renewable energy and jobs – annual review 2015*, IRENA 2015, s. 8–9.

12 *Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008–2014*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007.

13 *Stosowanie biopaliw i biokomponentów w transporcie*, Informacja o wynikach kontroli, KGP-4101-01-00/2013, nr ewid. 192/2013/P/13/054/KGP, luty 2014 r., s. 25.

ge Econometrics i Ricardo-AEA. Wynika z nich, że do 2030 r. rozwój alternatywnych technologii paliwowych korzystnie wpłynie na poziom zatrudnienia w branży motoryzacyjnej w Polsce i pozostałych państwach UE. Rozwiązania prawne w zakresie norm emisji CO₂ i efektywnego zużycia paliwa zmniejszą ryzyko inwestycyjne związane z rozwojem zaawansowanych technologii dla pojazdów samochodowych. Według ekspertów uczestniczących w tych badaniach, do 2030 r. działania te mogą przyczynić się do powstania ponad 660 tys. dodatkowych miejsc pracy, z których połowa związana będzie bezpośrednio z rozwojem alternatywnych technologii samochodowych¹⁴. W 2050 r. liczba tych miejsc mogłaby osiągnąć poziom 2,3 mln¹⁵.

Na potencjalne możliwości dodatkowego zatrudnienia wynikające z ograniczenia wykorzystania paliw kopalnych w transporcie samochodowym wskazano także w raporcie pt. *W kierunku niskoemisyjnej transformacji rynku pracy*. Miejsca pracy mają być kreowane bowiem przez sektory zaangażowane w rozbudowę infrastruktury paliw alternatywnych. Dodatkowo miejsca te będą powstawały wraz z rozwojem systemów informacyjno-komunikacyjnych, innowacyjnych technologii materiałowych oraz inwestycji w sektorze energii elektrycznej. W opinii autorów tego raportu tworzenie „zielonych miejsc pracy” uzależnione będzie przede wszystkim od opłacalności ekonomicznej innowacyjnych rozwiązań, uwzględniającej też efekty zewnętrzne¹⁶. Jednocześnie w raporcie podkreślono, że nie należy obawiać się skokowego wzrostu bezrobocia ani też liczyć na jego wyraźny spadek. „Zielone miejsca pracy” będą bowiem zastępować miejsca pracy w innych sektorach. Najwięcej miejsc pracy w Polsce będzie można stworzyć w transporcie publicznym. Wymagać to będzie jednak opracowania przez polską administrację centralną i samorządową odpowiednich warunków sprzyjających promowaniu alternatywnych technologii napędu w transporcie publicznym i umożliwiających ograniczenie kosztów ekonomicznych i społecznych.

14 *Normy efektywności paliwowej dla samochodów – dobre dla kierowców, dobre dla środowiska i dobre dla Polski*, Briefing, „Transport and Environment” 2013, s. 7.

15 W ramach projektu badawczego eksperci z Cambridge Econometrics i Ricardo-AEA przeanalizowali trzy scenariusze rozwoju technologii niskoemisyjnych. Wyniki każdego z nich potwierdzają możliwość tworzenia dodatkowych miejsc pracy przy uwzględnieniu redukcji zatrudnienia w okresie przejściowym. Za: *Napędzanie europejskiej przyszłości*, Cambridge Econometrics & Ricardo-AEA, London 2013, s. 4.

16 Pojęcie „zielone miejsca pracy” (ang. *green collar jobs*, *green jobs*) oznacza stanowiska pracy, które są tworzone w celu wsparcia procesu wprowadzania rozwiązań przyjaznych środowisku. Zob. więcej: A. Lewandowska, *Zielone kolnierzyki*, <http://e-czytelnia.abrys.pl/ecomanager/2011-4-542/ekologiczne-trendy-5846/zielone-kolnierzyki-12868> [dostęp 12.01.2015].

Wykorzystanie tych technologii w transporcie publicznym daje także szansę na wzrost spójności i sprawiedliwości społecznej oraz dostępności transportowej¹⁷.

Odwołując się do badań J.A. Schumpetera dotyczących funkcjonowania gospodarki kapitalistycznej, można uznać koncepcję wykreowania rynku paliw alternatywnych za pewien rodzaj „twórczej destrukcji”¹⁸. Badacz ten przyjął bowiem za czynnik sprawczy rozwoju świata pewien rodzaj ekonomicznej nierównowagi¹⁹. Zauważył, że dzięki trwającej nieustannie konkurencji między przedsiębiorcami oraz wprowadzaniu nowych rozwiązań następuje tzw. twórcza destrukcja systemu gospodarczego. Wyjaśniając termin „twórcza destrukcja”, J.A. Schumpeter argumentował, że to właśnie innowacje prowadzą do zbudowania „czegoś nowego i lepszego”²⁰.

Z punktu widzenia gospodarek poszczególnych krajów oraz świata najważniejsze znaczenie mają tzw. innowacje przełomowe, posiadające zdolność generowania wielkich zmian technicznych i ekonomicznych w skali globalnej. Do najważniejszych z tych zmian można zaliczyć m.in. rozwój alternatywnych technologii napędu dla transportu samochodowego oraz odpowiedniej infrastruktury. Jak zauważa A. Zorska, w przypadku innowacji przełomowych może upłynąć nawet kilkadziesiąt lat, zanim przeskok technologiczny stanie się widoczny²¹. Potwierdzają to dostępne długoterminowe prognozy rozwoju rynku pojazdów elektrycz-

17 Zob. więcej: A. Kassenberg, A. Śniegocki, *W kierunku niskoemisyjnej transformacji rynku pracy*, Instytut na rzecz Ekorozwoju i Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych, Warszawa 2014, s. 15–24.

18 J.A. Schumpeter, *Kapitalizm, socjalizm, demokracja*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 25.

19 Teza Schumpetera o nierównowadze ekonomicznej zakłada, że innowacyjni przedsiębiorcy, wprowadzając nowe rozwiązania (produkty, technologie, rynki), uzyskują ponadprzeciętną korzyść. Rozwiązania te są jednak po pewnym czasie kopiowane przez konkurencję. Proces ten sprzyja poszukiwaniu kolejnych, innowacyjnych rozwiązań i pobudzaniu przedsiębiorczości, co w efekcie przyczynia się do wzrostu gospodarczego. Za: M. Męczyński, *Przestrzenne zróżnicowanie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych w Polsce*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu” 2006, nr 9, s. 117.

20 L.W. McKnight, P.M. Vaaler, R.L. Katz, *Creative destruction: business survival strategies in the global Internet economy*, Massachusetts Institute of Technology, United States 2001, s. 6, cyt. za: N. Stępnicka, *Koncepcja twórczej destrukcji J.A. Schumpetera a wyzwania współczesnej gospodarki*, „Studia Ekonomiczne” 2013, t. 129, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, s. 29.

21 A. Zorska, *Koncepcja twórczej destrukcji J.A. Schumpetera i jej odniesienie do przemian gospodarczych w dobie obecnej rewolucji naukowo-technicznej*, [w:] *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, red. A. Zorska, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2011, s. 29–30.

nych i technologii wodorowych. W opinii ekspertów rynek tych pojazdów, szczególnie pojazdów wykorzystujących ogniwa wodorowe, jest jeszcze w początkowej fazie rozwoju, jednak rozwój ten będzie postępował dzięki innowacjom²². Z raportu przygotowanego przez DNB Bank Polska i firmę doradczą Deloitte wynika, że na koniec 2020 r. na rozwiniętych rynkach co trzecie kupowane auto na świecie będzie elektryczne. Sukcesywnie, jednak w wolniejszym tempie, systemy elektromobilności będą również tworzone w krajach rozwijających się. Eksperci szacują, iż w krajach tych pojazdy elektryczne mogą stanowić na koniec obecnej dekady ok. 20% pojazdów poruszających się na obszarach miejskich²³. Z kolei według prognoz firmy doradczej IDTechEx w perspektywie do 2025 r. samochody elektryczne napędzane energią z ogniw wodorowych będą stanowiły kilka procent całego rynku samochodowego na świecie²⁴.

Ostrożniejsze szacunki rozwoju elektromobilności zaprezentowali eksperci uczestniczący w konferencji pt. *Electric vehicles: everything is changing. Europe 2015*. Wynika z nich, iż całkowita zmiana modelu dostarczania energii pojazdom i przejście na niskoemisyjne technologie napędu będzie wymagało jeszcze wielu dekad, niezbędnych do upowszechnienia innowacji w państwach członkowskich UE²⁵. Należy jednocześnie podkreślić, iż europejscy producenci uzyskują coraz mniej patentów na zaawansowane technologie dla pojazdów hybrydowych, elektrycznych i zasilanych ogniwami paliwowymi. Podjęcie aktywnych działań w zakresie tych technologii jest więc istotnym warunkiem utrzymania konkurencyjności europejskiej branży motoryzacyjnej na szybko rozwijającym się globalnym rynku nowych technologii napędu. Dostrzegając wagę tego zagadnienia, podjęcie intensywnych prac nad strategią rozwoju nowych technologii paliwowych (napędu), szczególnie dla pojazdów hybrydowych i elektrycznych, zapowiedziało już kilka firm z branży motoryzacyjnej państw członkowskich UE, m.in. Volvo i Audi.

Przedstawiciele firmy Toyota argumentują, iż mimo długiego okresu adaptacji alternatywnych technologii paliwowych na światowym rynku

22 *World Energy Perspectives 2016. E-mobility*, Word Energy Council, London 2016, https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/06/E-Mobility-Closing-the-emissions-gap_full-report_FINAL_2016.06.20.pdf [dostęp 19.07.2016].

23 *A new era. Accelerating toward 2020 — an automotive industry transformed*, Deloitte, 2015, s. 15.

24 *Electric vehicle forecasts, trends and opportunities 2016–2026*, Report IDTechEx 2015, <http://www.idtechex.com/research/Reports/electric-vehicle-forecasts-trends-and-opportunities-2016-2026-000450.asp?viewopt=showall> [dostęp 15.06.2015].

25 *Electric vehicles: everything is changing. Europe 2015*, The IDTechEx conference, Berlin 28–29 April 2015, www.IDTechEx.com/eve15 [dostęp 29.04.2015].

ich rozwój stanowi właściwy kierunek długofalowej strategii przedsiębiorstwa. Rynek zaakceptował bowiem technologię samochodów hybrydowych dopiero po upływie 15 lat. Jednak w 2014 r., tj. po upływie tego okresu, samochody hybrydowe zaczęły się cieszyć dużą popularnością wśród klientów. Poziom sprzedaży tych samochodów osiągnął bowiem 1 mln sztuk. Zbliżone prognozy rozwoju dotyczą technologii wodorowych, które Toyota rozwija od 1992 r. Z planów firmy wynika, że do 2020 r. roczna sprzedaż samochodów wodorowych na rynku globalnym wyniesie 30 tys. sztuk.

Analizując techniczne i ekonomiczne aspekty rozwoju przyszłościowych technologii paliwowych, warto podkreślić, że na świecie seryjnie produkowane są dwa modele samochodów z ogniwami wodorowymi, tj. Hyundai – ix35 Fuel Cell oraz Toyota Mirai²⁶. W Wielkiej Brytanii, Danii i Niemczech modele te oferowane są w sprzedaży od września 2015 r. W krajach tych powstają także stacje, na których można tankować wodór. Jak podkreślają eksperci, popularność samochodów napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi będzie w dużym stopniu uwarunkowana tempem rozwoju infrastruktury umożliwiającej ich obsługę i tankowanie. Plany budowy stacji tankowania wodoru zapowiedziano również w Polsce w ramach europejskiego projektu *Hydrogen Infrastructure for Transport-2-Corridors (HIT-2-Corridors)*. Działania te stanowią drugą część projektu HIT. Pierwsze dwie stacje pilotażowe mają powstać w Poznaniu i Warszawie. Kolejne, w Trójmieście, Białymstoku, Katowicach, Krakowie, Wrocławiu i Łodzi²⁷.

W świetle współczesnych badań nietrwałość przewagi konkurencyjnej i niepewność sukcesu w gospodarce rynkowej wymuszają na przedsiębiorstwach podejmowanie decyzji o charakterze strategicznym²⁸. Odwołując się do teorii przewagi w postępie technologicznym, teorii luki technologicznej lub teorii życia produktu, za główny czynnik decydujący o przewadze konkurencyjnej należy uznać dostęp do nowych technologii. Działania na rzecz rozwoju, modernizacji i unowocześnienia gospodarki poprzez inwestycje w sferze innowacji przynoszą bowiem korzyści ekonomiczne i środowiskowe, przyczyniając się do pobudzenia wzrostu

26 Według stanu na koniec grudnia 2015 r.

27 Za: *W Polsce powstanie sieć stacji do tankowania wodorem*, <http://biznes.onet.pl/wiadomosci/transport/w-polsce-powstanie-siec-stacji-do-tankowania-wodorem/g881vb> [dostęp 24.11.2015].

28 Zob. m.in.: E. Skrzypek, *Integracja rynku finansowego w warunkach Nowej Ekonomii*, [w:] *Aktualne wyzwania ekonomii*, red. Z. Kwaśnik, W. Żukow, Radomska Szkoła Wyższa, Radom 2009, s. 82; J. Mohr, S. Sengupta, S. Slater, *Marketing of high-technology products and innovations*, Pearson Education, Inc., New Jersey 2010, s. 36.

gospodarczego i poprawy bezpieczeństwa energetycznego²⁹. Ponadto kluczowym zadaniem na najbliższą przyszłość jest zwiększenie innowacyjności polskich przedsiębiorstw poprzez budowanie powiązań pomiędzy nauką i przemysłem³⁰. Dostrzegając potencjał rozwoju alternatywnych technologii zasilania pojazdów, Polska Grupa Energetyczną S.A. (PGE) zainicjowała współpracę z Instytutem Transportu Samochodowego w zakresie powołania i promocji europejskiego konsorcjum badawczego zajmującego się wykorzystaniem wodoru jako paliwa w transporcie samochodowym. Wobec wątpliwości co do tego, która z alternatywnych technologii napędu okaże się technologią przyszłości, PGE jest zainteresowana kontynuowaniem badań nad rozwojem pojazdów napędzanych zarówno energią elektryczną, jak i wodorem³¹.

Kraje rozwijające nowoczesne technologie i wdrażające do praktyki gospodarczej innowacyjne rozwiązania korzystają z tzw. renty technologicznej. Produkując towary zaawansowane technologicznie, uzyskują wpływy z ich eksportu jak również ze sprzedaży licencji produkcyjnych. Zdaniem Z. Wysokińskiej, osiągnęte w wyniku tych działań przewagi komparatywne prowadzą do uzależnienia partnerów – imitatorów, którzy nie stosują nowoczesnych technologii. Skutkuje to pogłębianiem się zależności między krajami uczestniczącymi w wymianie międzynarodowej, przy czym kraje o niższym poziomie rozwoju gospodarczego wykazują większą wrażliwość na wpływy zewnętrzne³². Zatem chcąc utrzymać swoją pozycję globalnego lidera, przemysł motoryzacyjny UE musi więc aktywnie włączyć się w rozwój hybrydowych i elektrycznych technologii napędu.

29 VI Konferencja „Dobre Praktyki Doskonalenia Zarządzania – Zarządzanie Innowacją”, Ministerstwo Gospodarki, 21 maja 2015 r.; XI Międzynarodowa Konferencja NEUF 2015 pt. „Transformacja polskiej gospodarki poprzez energetykę i przemysł – efektywność, produktywność, dialog społeczny”, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 6 czerwca 2015, <http://biznesalert.pl/pietrewicz-innowacyjne-zarzadzanie-podstawa-rozwoju-spolecznego-i-gospodarczego-kraju/> [dostęp 07.08.2015].

30 Na bardzo niski poziom innowacyjności Polski w zakresie technologii środowiskowych zwrócili uwagę eksperci OECD. Za główne bariery dla rozwoju innowacji uznano: niewystarczające wysiłki badawcze, niedostateczne powiązanie przemysłu i nauki oraz problemy z dostępem do kapitału. Eksperti ci podkreślili, że polityka dotycząca innowacyjności będzie kluczowa dla redukcji kosztów przejścia do zasobooszczędnej, niskoemisyjnej gospodarki. Za: *Przegląd ekologiczny Polska 2015*, Raport OECD, 2015, s. 6.

31 PGE wybuduje pierwsze stacje tankowania wodoru w Polsce, <http://www.cire.pl/> [dostęp 23.11.2015].

32 Z. Wysokińska, *Dynamiczne współzależności wymiany handlowej krajów Europy Środkowej i Wschodniej w świetle teorii integracji i wymiany międzynarodowej*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1995, s. 70–71.

Z perspektywy makroekonomicznej rynek motoryzacyjny staje się coraz bardziej konkurencyjny, stąd rozwój alternatywnych paliw transportowych można uznać za ważny kierunek zmian i postępu w gospodarce UE w perspektywie długookresowej. Mimo, że proces wprowadzania paliw alternatywnych na rynek jest długotrwały i nie da wystarczających efektów w krótkim okresie, brak innowacyjnych rozwiązań w zakresie wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym lub zamiaru ich wdrażania, szczególnie w krajach rozwijających się, może stanowić zagrożenie dla realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej w dłuższej perspektywie czasowej.

Badania przeprowadzone przez ekspertów firmy Deloitte potwierdziły, że produkcja pojazdów na rynki o niższej sile nabywczej, w tym również na rynek polski, będzie w kolejnych dekadach nadal zdominowana przez auta spalinowe. Powszechność stosowania tych aut dyktować będą warunki rynkowe, niższe wymogi regulacyjne oraz niższy poziom świadomości ekologicznej społeczeństw³³. Dlatego też istnieją opinie, zgodnie z którymi ogólnemu charakterowi wsparcia dla rozwoju technologii wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym w Polsce powinien towarzyszyć indykatorywny charakter niezbędnych inwestycji zmierzających do upowszechnienia gazu ziemnego, napędu elektrycznego oraz technologii wodorowych³⁴.

Rozdrobnienie rynku wewnętrznego spowodowane nieskoordynowanym wprowadzeniem paliw alternatywnych na rynek paliw transportowych UE stoi w sprzeczności z osiągnięciem korzyści skali po stronie podaży oraz unijnej mobilności po stronie popytu. W przyjętej w dniu 22 października 2014 r. dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych wskazano na potrzebę zharmonizowanego rozwoju rynku poszczególnych technologii paliwowych dla transportu i związanej z nimi infrastruktury. Odwołując się do teorii handlu wewnątrzgałęziowego, P. Bożyk podkreśla, iż podstawą intensyfikacji handlu wyrobami gotowymi, podzespołami i częściami produkowanymi w ramach jednej gałęzi są korzyści skali³⁵. Jednocześnie, jak podaje Z. Wysokińska, wzrost handlu i specjalizacji wewnątrzgałęziowej³⁶

33 <http://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/press-releases/articles/motoryzacja-czy-bedziemy-jezdzi-elektrykami.html> [dostęp 20.10.2015].

34 *Stanowisko rządu RP do projektu dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych*, Wniosek Parlamentu RP, Warszawa 2013, s. 5–6.

35 P. Bożyk, *Międzynarodowe stosunki ekonomiczne. Teoria i polityka*, PWE, Warszawa 2008, s. 63.

36 Handel wewnątrzgałęziowy (ang. *intra-industry trade*, IIT) ma miejsce wtedy, gdy kraj jednocześnie eksportuje i importuje dobra będące bliskimi substytutami w produkcji lub konsumpcji lub obu łącznie; J. Misala, *Współczesne teorie wymia-*

determinuje wyrównany poziom rozwoju gospodarczego oraz podobieństwo preferencji popytowych w państwach uczestniczących w wymianie³⁷. W swoich badaniach E. Molendowski argumentuje natomiast, iż bez zróżnicowania dóbr będących skutkiem postępu technologicznego oraz zmian w strukturach gospodarczych nie może ukształtować się specjalizacja wewnątrzgałęziowa i nie pojawi się handel wewnątrzgałęziowy jako zjawisko trwałe oraz w miarę stabilne w dłuższych okresach. Szczególnie trwała stabilność wymiany wewnątrzgałęziowej cechuje obroty państw charakteryzujących się podobnym poziomem rozwoju społeczno-ekonomicznego i podobną strukturą popytu³⁸.

Przemysł motoryzacyjny ma istotne znaczenie dla gospodarek państw członkowskich UE, dlatego korzyści z rozwoju wymiany wewnątrzgałęziowej pojazdów mechanicznych oraz części i akcesoriów motoryzacyjnych są duże³⁹. Zmiany w technice wytwarzania tych pojazdów, związane m.in. ze wzrostem modularyzacji procesów produkcji pojazdów, pozwoliły krajom Europy Środkowo-Wschodniej (Czechom, Polsce, Rumunii, Słowacji, Słowenii i Węgrom) aktywnie włączyć się w światowy łańcuch produkcji motoryzacyjnej. Podział procesów produkcji na poszczególne etapy, zlokalizowane często w wielu krajach, kreował strumienie handlu. Duża część tych strumieni miała charakter wewnątrzgałęziowy, co potwierdza analiza literatury przedmiotu oraz wyniki realizowanych w ostatnich latach badań.

Z badań przeprowadzonych przez Ł. Ambroziaka wynika, że intensywność wymiany wewnątrzgałęziowej w handlu częściami i akcesoriami motoryzacyjnymi w państwach UE-27 w latach 1995–2010 była wyższa niż w handlu pojazdami mechanicznymi⁴⁰. Analiza danych źródłowych pozyskanych z bazy Banku Światowego pozwoliła zauważyć, że w kolejnych

ny międzynarodowej i zagranicznej polityki ekonomicznej, Wyd. Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2003, s. 88–100.

37 Z. Wysokińska, *Dynamiczne...*, s. 71.

38 E. Molendowski, *Handel wewnątrzgałęziowy krajów CEFTA z państwami Unii Europejskiej*, „Gospodarka Narodowa” 2006, nr 5–6, s. 76–77.

39 Handel wewnątrzgałęziowy wyrobami przemysłu motoryzacyjnego w poszczególnych państwach bądź grupach państw członkowskich UE analizowali m.in. N.C. Leitão, H.C. Faustino i Y. Yoshida (dla Portugalii), K. Türkcan (dla Austrii), E. Kawecka-Wyrzykowska i Ł. Ambroziak (dla Czech, Polski, Słowacji i Węgier). Za: Ł. Ambroziak, *Handel wewnątrzgałęziowy wyrobami przemysłu motoryzacyjnego w państwach Unii Europejskiej*, Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur, „Unia Europejska.pl” 2013, nr 1(218), s. 4.

40 W okresie 1995–2010 znaczenie wymiany wewnątrzgałęziowej w handlu pojazdami mechanicznymi zwiększyło się tylko w państwach UE-12, osiągając udział 39% w 2010 r. (wzrost o 6 p.p.). W państwach UE-15 udział ten systematycznie malał, np. w 2010 r., zmniejszył się do 40%. Zob. więcej: *ibidem*, s. 3–12.

latach dobrze rozwinięty przemysł motoryzacyjny i relatywnie wysoki poziom dochodu na mieszkańca w większości państw UE-15 stymulowały dalszy rozwój wymiany wewnątrzgałęziowej wyrobami motoryzacyjnymi. W rezultacie, w 2013 r. ok. 57% handlu motoryzacyjnego państw UE-15 miało charakter wewnątrzgałęziowy, co oznacza wzrost o 2 p.p. w stosunku do 2010 r. W państwach UE-13 wskaźnik ten wzrósł o 1 p.p. i osiągnął poziom 46%, przy czym źródłem tego wzrostu był dynamiczny rozwój handlu częściami i akcesoriami motoryzacyjnymi⁴¹. Warto podkreślić, iż handel wewnątrzgałęziowy częściami wypracowuje rocznie ok. 75% ostatecznej wartości produktów przemysłu motoryzacyjnego UE. W Polsce w 2013 r. handel ten stanowił 63,5% wartości eksportu produktów motoryzacyjnych. Jednocześnie handel częściami i akcesoriami motoryzacyjnymi stanowił główne źródło wzrostu polskiego eksportu produktów motoryzacyjnych, kierowanego głównie do pozostałych państw członkowskich UE. W 2013 r. wartość tego eksportu wyniosła 24,4 mld EUR, co oznaczało wzrost o 11,9% w stosunku do 2010 r.⁴²

Wzrost znaczenia wewnątrzgałęziowego handlu wyrobami przemysłu motoryzacyjnego w państwach UE-13 należy odczytywać jako pozytywny przejaw rozwoju gospodarczego. Struktura tych strumieni może jednak budzić realne zagrożenie utrwalenia się luki w poziomie rozwoju szeroko rozumianego potencjału nowych technologii i wymuszać rozwój przez imitację. W opinii B. Michalskiego zagrożenia polegające na utrwaleniu roli danego kraju w ramach korporacyjnych łańcuchów dostaw jako odbiorcy technologii, producenta półproduktów lub montowni gotowych wyrobów motoryzacyjnych dotyczą również Polski. Zdaniem przywołanego autora, zagrożenia te w dużym stopniu wynikają z niedostatecznie rozwiniętego krajowego systemu innowacyjnego, co może prowadzić do jeszcze większego uzależnienia technologicznego⁴³.

Zbieżność poglądów do przedstawionych powyżej rozważań, zaprezentowali autorzy raportu pt. *Kierunki 2014. Sektor motoryzacyjny*, przygotowanego przez Deloitte i DNB Bank Polska. Z tego raportu wynika, że inwestycje zagraniczne lokowane są częściej w tych krajach Europy Środkowo-Wschodniej, które są aktywniejsze na rynku pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu. Wzmocnienie konkurencyjności Polski na tym rynku poprzez napływ innowacji technologicznych wymaga więc

41 Obliczenia własne na podstawie <http://wits.worldbank.org/> [dostęp 25.07.2015].

42 *Branża motoryzacyjna. Raport 2014*, Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Warszawa 2014, s. 174–175.

43 Zob. więcej: B. Michalski, *Umieędzynarodowienie sektora mid-tech na przykładzie wymiany handlowej sektora samochodowego w Polsce w latach 2004–2012*, „Ekonomia Międzynarodowa” 2014, s. 63–80.

wdrożenia państwowych zachęt finansowych dla nabywców tych pojazdów. W opinii autorów tego raportu wzrost krajowej sprzedaży pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu stanowi jednocześnie ważny kierunek działań w zakresie złagodzenia regionalnej dychotomii nabywców tych pojazdów z krajów rozwijających się i rozwiniętych⁴⁴. Warto podkreślić, iż jednym z celów funkcjonowania państw w ramach ugrupowań integracyjnych jest koordynacja polityk gospodarczych zmierzająca do wyrównania różnic w poziomie rozwoju gospodarczego.

Rozwój rynku paliw alternatywnych dla transportu samochodowego i odpowiedniej infrastruktury może w dłuższej perspektywie czasowej kreować nowe strumienie handlu wewnątrzgałęziowego. Warunkiem koniecznym pojawienia się tych strumieni jest podjęcie działań na poziomie UE na rzecz zapewnienia popytu na masę krytyczną pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu i na racjonalny pod względem kosztów rozwój europejskiego przemysłu motoryzacyjnego oraz zapewnienie tym pojazdom możliwości poruszania się na obszarze całej UE.

Kolejnym ważnym celem europejskiej strategii w zakresie paliw alternatywnych dla transportu samochodowego jest dążenie do wzmocnienia bezpieczeństwa dostaw paliw. Przedmiotem toczących się na świecie polemik naukowych jest skala możliwego oddzielenia od siebie procesów wzrostu gospodarczego i zużycia zasobów naturalnych (tzw. *decoupling* zasobowy), a dzięki temu zyskania przewagi komparatywnej w międzynarodowych stosunkach gospodarczych⁴⁵. Opierając się na wielu analizach i raportach opracowanych przez ekspertów, zdaniem KE, rozwój rynku paliw alternatywnych dla transportu samochodowego w UE, obok dalszych działań w zakresie poprawy efektywności energetycznej i usprawnień organizacyjnych, ma przyczynić się do przełamania zależności transportu od ropy naftowej⁴⁶. Mimo znacznych zasobów ropy

44 Z zaprezentowanych w raporcie danych wynika jednoznacznie, iż w okresie 2008–2013 wyraźnie zmieniła się struktura produkcji w polskim sektorze motoryzacyjnym. W okresie tym z 41,2 do 52,9% wzrósł udział produkcji części w polskim rynku motoryzacyjnym, przez co stała się ona bardziej istotna niż produkcja samochodów. W opinii autorów raportu, spadek udziału produkcji samochodów w tym rynku z 55,5% w 2008 r. do 44,4% w 2013 r. należy wiązać ze stosunkowo niskim popytem wewnętrznym na nowe auta w Polsce, w porównaniu np. do tego popytu na Słowacji lub w Czechach. *Wnioski z Raportu. Kierunki 2014. Sektor motoryzacyjny*, Deloitte oraz DNB Bank Polska, Warszawa 2014.

45 K. Blusz, T. Håkon, J. Inderberg, P. Zerka, *Obywatele zasobni w zasoby. Biła Księga zarządzania zasobami naturalnymi w Polsce*, Raport fundacji demosEUROPA – Centrum Strategii Europejskiej oraz Instytutu Fridtjofa, Warszawa 2015, s. 18.

46 Zob. m.in.: F. Dünnebeil, C. Reinhard, U. Lambrecht, *Future measures for fuel savings and GHG emission reduction of heavy-duty vehicles*, Heavy-Duty Vehicles' CO₂ emissions meeting, European Commission, Brussels 2015; *Assesment of the im-*

naftowej, silne uzależnienie gospodarek państw członkowskich UE od dostaw tego surowca jest bowiem źródłem wielu obaw oraz znaczących kosztów, na co zwrócono uwagę w trzecim rozdziale rozprawy⁴⁷.

Koszty zależności energetycznej można badać, mierząc czułość oraz wrażliwość tej zależności na wpływy zewnętrzne. Czułość na te wpływy dotyczy siły i tempa pojawienia się efektów zależności energetycznej w krótkim okresie. Z kolei wrażliwość odnosi się do relatywnych kosztów zmiany struktury istniejącej zależności w długim okresie⁴⁸. Zdaniem E. Wyciszkiwicza, wrażliwość jest bardziej istotna dla poprawy bezpieczeństwa dostaw surowców energetycznych i paliw w długim okresie. Prowadząc badania nad bezpieczeństwem energetycznym, wspomniany badacz uznał, iż dywersyfikacja dostaw, posiadanie alternatywnych źródeł energii oraz zwiększona krajowa produkcja paliw zmniejszają nie tylko czułość, ale przede wszystkim wrażliwość zależności energetycznej na wpływy zewnętrzne w długim okresie⁴⁹.

W ramach badań dotyczących wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie oszacowano, że stopniowe zastępowanie ropy naftowej

plementation of a European alternative fuels strategy and possible supportive proposals, Final Report, Exergia 2012; *EU renewable energy targets in 2020: Revised analysis of scenarios for transport fuels*, JEC Biofuels Programme, JRC Scinence and Policy Reports, JEC 2014; *Production costs of alternative transportation fuels – influence of crude oil price and technology maturity*, IEA 2013; C. Bowyer, I. Skinner, Ch. Malins, S. Nanni and D. Baldock, *Low carbon transport fuel policy for Europe post 2020. How can a post 2020 low carbon transport fuel policy be designed that is effective and addresses the political pitfalls of the pre 2020 policies?*, Final Report, IEEP-TEPR-ICCT, 2015.

47 Z opublikowanego w lipcu 2015 r. raportu OPEC wynika, że z powodu rekordowego wydobycia ropy naftowej głównie w Iraku, Arabii Saudyjskiej i Nigerii doszło do powstania większych rezerw tego surowca. Oszacowano, że w 2015 r. światowa podaż ropy naftowej będzie znacznie większa od popytu. Oceniono, że światowy rynek ropy powinien się zrównoważyć w 2016 r. OPEC przewiduje bowiem, że Chiny i kraje rozwijające się zwiększą zapotrzebowanie na ropę, natomiast podaż ropy łupkowej z Ameryki Płn. i innych regionów będzie rosła wolniej. Zdaniem ekspertów IEA, niskie ceny ropy naftowej, będące efektem nadmiernej podaży tego surowca, spowodowały wzrost popytu na ropę w tempie najwyższym od pięciu lat. W konsekwencji IEA zmieniła swoje prognozy na 2015 i 2016 r. Za: *IEA releases Oil Market Report for October*, <https://www.iea.org/newsroomandevents/news/2015/october/iea-releases-oil-market-Report-for-october.html> [dostęp 24.10.2015].

48 J. Nyc, *Konflikty międzynarodowe. Wprowadzenie do teorii i historii*, Wyd. Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2009, s. 297.

49 E. Wyciszkiwicz, *Interdependence and energy security: the case of EU-Russia energy dialogue*, [w:] E. Wyciszkiwicz, A. Gradziuk, *Energy security and climate change. Double challenge for policy makers*, Polish Institute of International Affairs, Warsaw 2009, s. 35–36.

tymi paliwami i rozbudowa niezbędnej infrastruktury mogą przynieść oszczędności w kosztach przywozu ropy wynoszące nawet 4,2 mld EUR rocznie w 2020 r., a 9,3 mld EUR w 2030 r. W przyjętym do realizacji wariantcie, który w większym stopniu uwzględnia obecne ograniczenia gospodarcze, oszczędności te mają wzrastać stopniowo z 1,7 mld EUR rocznie w 2020 r. do 4,6 mld EUR rocznie w 2030 r. Dodatkowo ok. 1 mld EUR rocznie można zaoszczędzić na skutek stłumienia wzrostu cen tego surowca⁵⁰. Ograniczenie wydatków na zakup paliw ropopochodnych i ich transfer do dostawców alternatywnych technologii paliwowych ma ponadto sprzyjać poprawie sytuacji na rynku pracy. Łańcuch dostaw paliw kopalnych charakteryzuje się bowiem jednym z najniższych nakładów pracy, co oznacza, że na każde milion EUR wartości dodanej powstaje średnio tylko 5 bezpośrednich miejsc pracy, podczas gdy w sektorze produkcji paliw alternatywnych i samochodów z alternatywnymi źródłami napędu, odpowiednio 20⁵¹. Zdaniem analityków Cambridge Econometrics, inwestycje w technologie niskoemisyjne w transporcie oraz w nowe źródła energii przyczynią się do powstania ok. 400 tys. nowych miejsc pracy do 2050 r. Jednocześnie przeważająca część wartości dodanej wytworzonej w tym sektorach pozostanie w gospodarce państw członkowskich UE⁵².

Ważną rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa dostaw paliw i surowców energetycznych dla transportu samochodowego w państwach członkowskich UE, poza racjonalnymi czynnikami ekonomicznymi, odgrywają mechanizmy polityczno-instytucjonalne, umożliwiające dywersyfikację dostaw w długim okresie.

Odpowiednia dywersyfikacja nośników energii w zaopatrzeniu transportu samochodowego jest ponadto zgodna z realizacją unijnych celów dotyczących działań na rzecz walki z ociepleniem klimatu, co wskazano jako kolejny cel strategii rozwoju paliw alternatywnych. Badania prowadzone pod kątem możliwości zmniejszenia emisji CO₂ w transporcie dzięki wykorzystaniu paliw alternatywnych wskazują, że w perspektywie krótko- i średnioterminowej potencjał tych paliw jest ograniczony, a efektywność pozostanie względnie niska. Obecne technologie alternatywne z uwagi na ich złożoność i stosunkowo wąski zakres stosowania są bowiem relatywnie drogie, co przekłada się na wysoką cenę pojazdów je wykorzystujących.

50 *Proposal for a Directive on the deployment of alternative fuels infrastructure*, Commission Staff Working Document Impact Assessment, SWD(2013) 5 Part 1, s. 7–9; *Czysta energia...*, s. 2.

51 *Napędzanie europejskiej przyszłości*, Cambridge Econometrics and Ricardo-AEA, 2013, s. 9–10.

52 *Oil market futures, A report for the European Climate Foundation*, Cambridge Econometrics, Cambridge 2016, s. 6.

Jednak w perspektywie długoterminowej wykorzystanie potencjału technologicznego innowacji na rzecz ograniczenia emisji CO₂ pochodzących z transportu samochodowego powinno, zgodnie z wieloma scenariuszami, zapewnić przyspieszony rozwój alternatywnych technologii napędu i ich silniejszą dyfuzję na rynku. Wykorzystanie tego potencjału ma jednocześnie sprzyjać postępom w zakresie *decouplingu* środowiskowego⁵³.

Wyniki analizy technicznej i ekonomicznej dotyczącej przejścia na samochody osobowe oraz dostawcze napędzane paliwami alternatywnymi, stanowiące efekty wielu badań i projektów, pozwalają zauważyć kilka prawidłowości⁵⁴. Opracowane dla samochodów osobowych i samochodów dostawczych (ang. *Light Duty Vehicle*, LDV) scenariusze ograniczenia emisji CO₂ do poziomu 90–95 g/km w 2020 r. wskazują, że koszt wyprodukowania samochodu z napędem hybrydowym (ang. *Hybrid Electric Vehicle*, HEV) będzie o ok. 1,1 tys. EUR większy niż koszt przeciętnego samochodu z silnikiem spalinowym⁵⁵. W 2030 r. odnowienie i utrzymanie parku samochodów osobowych z alternatywnymi źródłami napędu będzie dodatkowo kosztować UE 46 mld EUR. Postęp technologiczny powinien jednocześnie wyzwolić szybki spadek kosztów zastosowania alternatywnych technologii napędu. W efekcie w 2020 r udział samochodów HEV w sprzedaży nowych samochodów ogółem w UE ma wynieść 10%, a w 2030 r. ok. 50%⁵⁶.

Z większości dostępnych prognoz wynika stosunkowo niewielki zakres stosowania pojazdów z napędem elektrycznym zasilanych akumulatorami oraz pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi w perspektywie do 2030 r. Zdaniem ekspertów, ich dostępność będzie ograniczona ze względu na wysokie koszty produkcji i ograniczenia technologiczne. Ocenę ekonomicznych skutków przejścia na paliwa alternatywne w 2050 r., mimo wysokich kosztów infrastruktury obsługującej pojazdy napędzane tymi paliwami, szacowanych na 26–80 mld EUR rocznie, wskazują na nieco niższe lub porównywalne wydatki w stosunku do wydatków związanych z pojazdami napędzanymi silnikiem spalinowym⁵⁷.

53 Zob. więcej: *Decoupling 2: Technologies, opportunities and policy options*, International Resource Panel, United Nations Environment Programme, 2014, s. 48–51, 59.

54 Zob. m.in.: *Urban buses: Alternative powertrains for Europe*, Final Report, FCH JU 2012, s. 60; A. Schrotten, G. Warringa, M. Bles, *Marginal abatement cost curves for heavy duty vehicles*, Background Report, CE Delft: European Commission, DG CLIMA 2012, s. 44; *Technology roadmap, fuel economy of road vehicles*, IEA 2012, s. 52.

55 HEV to samochód hybrydowy, który posiada dwa współpracujące ze sobą silniki, tj. spalinowy i elektryczny.

56 *An economic assessment of low carbon vehicles*, Cambridge Econometrics and Ricardo-AEA, 2013, s. 4, 12–18.

57 *Production costs of alternative transportation fuels – influence of crude oil price and technology maturity*, IEA, 2013, s. 16–25; *Napędzanie...*, s. 10–11.

W analizowanych scenariuszach uniknięte koszty zakupu i eksploatacji pojazdów z konwencjonalnymi systemami napędu staną się źródłem środków, które pokryją dodatkowe nakłady inwestycyjne wynikające z zastosowania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym. Jednocześnie produkcja tych paliw, będąca w dużej części ogniwem lokalnych łańcuchów dostaw, ma dodatkowo sprzyjać rozwojowi regionalnemu. Dodatkowo masowa skala wykorzystania samochodów elektrycznych może stworzyć możliwość stosowania ich akumulatorów do magazynowania energii elektrycznej pochodzącej z OZE i jej przesyłania do sieci lokalnych w okresach szczytowego zapotrzebowania.

Lokalny wymiar produkcji paliw alternatywnych może więc przyczynić się do redukcji emisji CO₂ i poprawy bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, a także do rezygnacji lub znacznego przesunięcia w czasie budowy nowych mocy szczytowych i zdolności przesyłowych. Jednak szerokie wykorzystanie rozproszonych OZE i energetyki prosumenckiej wymaga znacznych inwestycji w rozwój lokalnych inteligentnych sieci typu H2G (ang. *Home to Grid*) i V2G (ang. *Vehicle to Grid*), do których podłączone byłyby lokalne zasobniki energii, tj. akumulatory samochodów elektrycznych⁵⁸. Sieci te wpłynęłyby korzystnie na elastyczność lokalnych systemów elektroenergetycznych, która ułatwi ich bilansowanie. Elastyczność tych systemów oznacza bowiem m.in. możliwość gromadzenia chwilowych nadwyżek energii elektrycznej i ich wykorzystania w okresach jej niedoboru⁵⁹.

Alternatywne technologie paliwowe dla transportu samochodowego mogą także wywierać destrukcyjny wpływ, powodując trudno odwracalne, dalekosiężne skutki gospodarcze, społeczne i ekologiczne⁶⁰. Two-

58 Pojęcie generacji rozproszonej odnosi się głównie do wytwarzania energii elektrycznej i kojarzone jest przede wszystkim z lokalnymi jednostkami wytwórczymi, wykorzystującymi OZE. Jednostki te są lokowane zazwyczaj w pobliżu miejsca użytkowania tej energii. Często mają one charakter instalacji przydomowych, wytwarzających (i coraz częściej magazynujących) energię na potrzeby ich właścicieli, tj. prosumentów. Za: *Jakość zasilania – poradnik. Generacja rozproszona i odnawialne źródła energii*, Polskie Centrum Promocji Miedzi Sp. z o.o. i European Copper Institute, s. 2, http://www.copperalliance.pl/docs/librariesprovider3/8_1_generacja-rozproszona-i-odnawialne-%C5%BA%C3%B3d%C5%82a-energii_wprowadzenie.pdf.pdf?Status=Master&sfvrsn=0 [dostęp 15.11.2015].

59 Za: C.T. Szyjko, *Dylematy motoryzacji elektrycznej. Nowa kultura mobilności*, „Energia Gigawat” 2013, nr 5, s. 6.

60 Szerokie ujęcie rodzajów ryzyka i niepewności związanych z wykorzystaniem paliw alternatywnych w transporcie stanowiło przedmiot badań realizowanych w ramach projektu pt. *Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050*. Wyniki badań przedstawiono w raporcie końcowym. Zob. N. Hill, C. Brannigan, R. Smo-

zenie nowych miejsc pracy związanych z rozwojem alternatywnych paliw i technologii napędu oraz właściwej dla nich infrastruktury wiąże się bowiem z kosztami restrukturyzacji przedsiębiorstw oraz redukcją mocy produkcyjnych. W konsekwencji może to skutkować spadkiem zatrudnienia nie tylko w branży motoryzacyjnej, ale także w przemyśle rafineryjnym oraz w sektorze dystrybucji i sprzedaży paliw ropopochodnych. Ponadto przejście na alternatywne systemy napędu w transporcie samochodowym będzie wymagało nowych kwalifikacji od pracowników, szczególnie w dziedzinie mechatroniki. Tymczasem już teraz wyraźne są sygnały wskazujące na duży deficyt wykwalifikowanej kadry pracowniczey w tej dziedzinie.

Istotnym czynnikiem budzącym obawy są wyniki ekonomicznej oceny oddziaływania rozwoju alternatywnych technologii napędu na konkurencyjność gospodarki. W wielu raportach pozytywne efekty ekonomiczne zastosowania tych technologii wynikają bowiem z obniżenia kosztów zakupu paliwa. Tymczasem niższe koszty zakupu paliwa mogą oznaczać niższe wpływy z podatków, a tym samym niższe przychody budżetowe. Wyniki badań ekonomicznej opłacalności stosowania paliw alternatywnych wskazują, że utracone wpływy z podatku akcyzowego mają być w znacznym stopniu zrekompensowane opodatkowaniem zwiększonej działalności gospodarczej związanej z przejściem na pojazdy z alternatywnymi źródłami energii. Realizacja tego scenariusza jest możliwa, ale jak zauważa T.T. Kaczmarek, nie jest pewna⁶¹. Rozwój paliw alternatywnych charakteryzuje bowiem duża niepewność i ryzyko, które wzrastają wraz z wydłużającym się horyzontem czasowym realizowanych działań. Trudno jest więc jednoznacznie określić kierunki oraz efekty tego rozwoju w dłuższej perspektywie czasowej. Ponadto nie można wykluczyć zmiany uwarunkowań zewnętrznych, w jakich funkcjonować będą przedsiębiorstwa.

Wyniki badań, zaprezentowane w trzecim rozdziale rozprawy, wskazują na niejednorodny potencjał paliw alternatywnych, głównie w odniesieniu do emisji bezpośrednich. Czasami bowiem istotne ograniczenia emisji np. pyłów kontrastują ze wzrostem emisji tlenków azotu lub substancji toksycznych. Podczas gdy z jednej strony zastosowanie paliw gazowych może przyczynić się do ewidentnego ograniczenia emisji pyłów, zwłaszcza w centrach miast, użycie tych paliw w stanie ciekłym może

kers, A. Schrotten, H. van Essen, I. Skinner, *Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. Final Report*, AEA 2012, s. 1–89.

61 T.T. Kaczmarek, *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Difin, Warszawa 2005, s. 48.

z drugiej strony pozostawać w konflikcie z nowoczesnymi systemami oczyszczania spalin z silników diesla⁶². Z uwagi na nowatorski charakter wielu paliw alternatywnych KE wskazała na potrzebę oceny właściwości ich kombinacji oraz efektów (w szczególności ubocznych) ich wykorzystania w napędach alternatywnych, prowadzonej przez pryzmat cyklu życia produktu. Potrzeba oceny efektów stosowania tych paliw wynika chociażby z przykładów manipulacji pomiarami emisji spalin przez niektóre koncerny motoryzacyjne⁶³. Zaniżanie przez te koncerny wyników testów dotyczących poziomu emisji pochodzących z transportu samochodowego CO₂ podważyły wiarygodność dotychczasowych pomiarów tego poziomu oraz zachwiały zaufanie klientów do przekazywanych im informacji. Konieczne jest więc stałe monitorowanie rozwoju rynku paliw alternatywnych w celu ewentualnego bieżącego oraz okresowego korygowania niepożądanych efektów.

4.3. Mechanizmy wsparcia wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym

Podstawowym warunkiem wzrostu zastosowania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym jest rozwój właściwej infrastruktury, który regulują przepisy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/WE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Zgodnie z zapisami tego dokumentu wszystkie państwa członkowskie UE zobowiązane zostały do podjęcia spójnych działań w zakresie rozbudowy infrastruktury paliw alternatywnych i wdrożenia wspólnych specyfikacji technicznych tej infrastruktury. Dotyczy to szczególnie tych przypadków, w których wymagana jest transgraniczna ciągłość pokrycia obszaru infrastrukturą umożliwiającą korzystanie z paliw alternatywnych lub budowa nowej infrastruktury w pobliżu granic państwowych, co ma zagwarantować stworzenie wewnętrznego rynku transportu UE.

62 C. Johnson, M. Singer, *Clean cities 2013: Annual metrics report*, National Renewable Energy Laboratory, 2014, s. 20.

63 *Emisja CO₂ w motoryzacji wyższa o 40% od deklarowanej*, „Transport i Komunikacja”, <http://cati.org.pl/tik/emisja-co2-w-motoryzacji-wyzsza-o-40-od-deklarowanej/> [dostęp 07.10.2015].

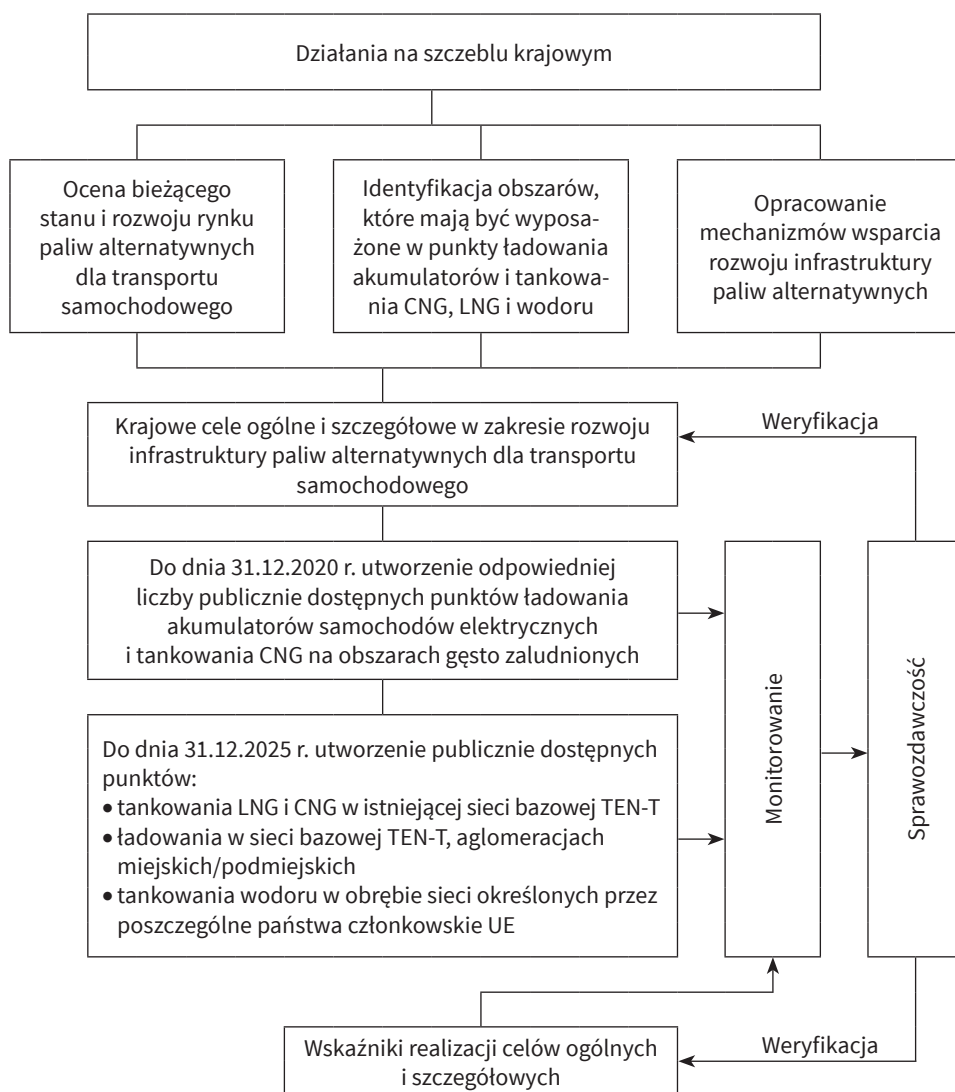
Dla sprostania przyjętym przez KE przepisom dyrektywy 2014/94/WE państwa członkowskie UE mają obowiązek opracowania własnych krajowych ram polityki⁶⁴. Przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne niezbędne do właściwej transpozycji tej dyrektywy mają zostać wprowadzone do dnia 18 listopada 2016 r. W tym terminie wszystkie państwa członkowskie UE zobligowane są do przedłożenia KE sprawozdań z wykonania swoich krajowych ram polityki. Weryfikacja stopnia osiągnięcia krajowych celów ogólnych i szczegółowych oraz ich spójności na szczeblu unijnym podlegać będzie ocenom co trzy lata⁶⁵.

Krajowe ramy polityki w zakresie rozwoju rynku paliw alternatywnych oraz właściwej infrastruktury powinny uwzględniać potrzeby wszystkich rodzajów transportu samochodowego, dostępnych na terytorium danego państwa, przy zachowaniu swobody wyboru instrumentów realizacji tej polityki (rysunek 30). Zasady tych ram polityki mają być zgodne z obowiązującymi przepisami unijnymi w dziedzinie ochrony środowiska. Ponadto przyjęte do realizacji cele ogólne i szczegółowe powinny współgrać z rozwojem technologii oraz stopniem penetracji rynku przez pojazdy samochodowe z napędami alternatywnymi przy zastosowaniu możliwie efektywnych rozwiązań, zwłaszcza w odniesieniu do kosztów wytwarzania paliw alternatywnych i eksploatacji tych pojazdów.

Strategiczne podejście UE do dywersyfikacji źródeł energii wykorzystywanych w transporcie samochodowym zobowiązuje państwa członkowskie do upowszechnienia napędów alternatywnych zasilanych paliwami metanowymi, biopaliwami drugiej generacji, energią elektryczną oraz wodorem. Aktualnie szczególnie istotna jest rozbudowa infrastruktury, umożliwiającej wykorzystanie tych paliw alternatywnych. W ramach krajowych ram polityki państwa członkowskie UE przyjmują na siebie obowiązek uruchomienia do 31 grudnia 2020 r. odpowiedniej liczby publicznie dostępnych punktów ładowania pojazdów elektrycznych (rysunek 30). Punkty te mają zapewnić możliwość poruszania się tych pojazdów przynajmniej w aglomeracjach miejskich/podmiejskich i innych

64 W dniu 14 września 2016 r. Ministerstwo Energii przyjęło projekt dokumentu pt. *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych wraz z Prognozą oddziaływania na środowisko Krajowych ram polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*. Od 20 września 2016 r. dokumenty te zostały skierowane do konsultacji społecznych i uzgodnień międzyresortowych. Dokument ten jest jednym z trzech elementów opracowanego w Ministerstwie Energii Pakietu na Rzecz Czystego Powietrza, w którego skład wchodzi również: *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce* oraz Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, za: <http://www.gospodarkamorska.pl/Porty,Transport/me-konsultuje-krajowe-ramy-politykirozwoju-infrastruktury-paliw-alternatywnych.html> [dostęp 22.09.2016].

65 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE..., s. 3.



Rysunek 30. Krajowe ramy polityki rozwoju rynku paliw alternatywnych i właściwej infrastruktury w odniesieniu do transportu samochodowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz.Urz. UE L307/2 z 28.10.2014, s. 10–15.

gęsto zaludnionych obszarach oraz, w odpowiednich przypadkach, w sieciach określonych przez poszczególne państwa członkowskie UE. W uzasadnionych przypadkach mają zostać również uwzględnione szczególne potrzeby związane z instalacją publicznie dostępnych punktów ładowania pojazdów

elektrycznych przy punktach transportu publicznego. Ponadto, odpowiadając na potrzeby rynku pojazdów elektrycznych, państwa członkowskie UE mogą zostać zobligowane do utworzenia do 31 grudnia 2025 r. dodatkowej liczby tych punktów, przynajmniej w sieci bazowej TEN-T, w aglomeracjach miejskich/podmiejskich i innych obszarach gęsto zaludnionych. Jednocześnie w ramach dostępnych środków państwa te będą wspierać rozwój publicznie niedostępnych punktów ładowania pojazdów elektrycznych.

Strategia w zakresie stosowania gazu ziemnego w przewozach samochodowych ma być realizowana w wyniku rozwoju krajowych sieci punktów dystrybucji paliw gazowych oraz sieci TEN-T. Harmonogram budowy spójnej sieci przewiduje utworzenie do dnia 31 grudnia 2020 r. odpowiedniej liczby publicznie dostępnych punktów tankowania dla pojazdów silnikowych napędzanych CNG poruszających się w aglomeracjach miejskich/podmiejskich i innych obszarach gęsto zaludnionych. Natomiast do 31 grudnia 2025 r. publicznie dostępne systemy dystrybucji CNG i LNG mają funkcjonować w istniejącej sieci bazowej TEN-T, zapewniając pojazdom napędzanym tymi paliwami możliwość poruszania się po całej UE. Komisja Europejska może wnioskować o utworzenie do 31 grudnia 2027 r. w każdym państwie członkowskim UE publicznie dostępnych punktów tankowania LNG. Stosowny wniosek może zostać złożony w zależności od oceny rozwoju rynku pojazdów ciężarowych napędzanych LNG.

Ze względu na niewystarczająco zaawansowany etap rozwoju technologii wodorowych do rozbudowy infrastruktury i dostarczania wodoru na potrzeby transportu samochodowego zobowiązane są te państwa członkowskie UE, na terenie których w dniu wejścia w życie przepisów dyrektywy 2014/94/UE istniały stacje tankowania wodoru. Ponadto w obrębie sieci określonych przez te państwa do dnia 31 grudnia 2025 r. należy zapewnić odpowiednią liczbę publicznie dostępnych punktów tankowania wodoru.

Określone przez państwa członkowskie UE kierunki rozwoju rynku paliw alternatywnych i właściwej dla nich infrastruktury wymagać będą zapewnienia stabilnych ram dla decyzji inwestycyjnych, wsparcia polityki informacyjnej oraz określenia wspólnych specyfikacji technicznych dotyczących punktów ładowania i tankowania przeznaczonych dla pojazdów silnikowych. Realizacja scenariusza substytucji paliw ropopochodnych w transporcie samochodowym paliwami uzyskiwanymi z innych źródeł wskazuje na potrzebę wypracowania strategicznego podejścia z uwzględnieniem odpowiednio dobranych instrumentów. Konstruując pakiety tych instrumentów, istotne jest włączenie w proces rozwoju poszczególnych technologii paliwowych oraz odpowiedniej infrastruktury wszystkich podmiotów z nim związanych. Rola i kompetencje instytucji publicznych mają

w tym względzie decydujące znaczenie z uwagi na szeroki zakres pozostających w ich dyspozycji instrumentów i ich oddziaływanie (tabela 29)⁶⁶.

Wsparcie procesu kreacji popytu na paliwa alternatywne wymaga ze strony instytucji unijnych oraz rządów poszczególnych państw członkowskich UE przygotowania i wdrożenia długofalowych środków prawnych, ekonomicznych, technologicznych oraz planistyczno-informacyjnych. Na przykładzie dotychczasowych działań w zakresie rozpowszechnienia stosowania tych paliw w transporcie samochodowym można stwierdzić, iż najszerzy zasięg mają działania o charakterze ekonomicznym. Działania te są wyrazem polityki państw członkowskich UE w zakresie kierunków rozwoju rynku paliw alternatywnych i obejmują instrumenty proprodukcyjne, proinwestycyjne oraz propopytowe (tabela 29). Za pomocą środków proprodukcyjnych i proinwestycyjnych zaliczanych do instrumentów podażowych ma być realizowane zadanie polegające na zwiększeniu podaży paliw alternatywnych oraz zainteresowania ze strony inwestorów dla budowy nowych sieci infrastruktury ładowania i tankowania pojazdów z napędami alternatywnymi. Natomiast instrumenty propopytowe mające charakter popytowy są ukierunkowane na pozyskiwanie akceptacji społecznej dla zakupu tych pojazdów.

Tabela 29. Klasyfikacja instrumentów wsparcia rozwoju rynku paliw alternatywnych i infrastruktury dostępnych dla instytucji publicznych

Kryterium rodzaju instrumentu			Beneficjenci
Prawne	Instrumenty polityki regulacyjnej i inwestycyjnej	Przepisy dotyczące promowania energii ze źródeł odnawialnych Krajowe plany działania w zakresie wzrostu udziału energii ze źródeł odnawialnych Obowiązek używania pojazdów o zredukowanym negatywnym wpływie na środowisku np. przedsiębiorstwa komunikacji publicznej Wykorzystanie zamówień publicznych do wspierania zastosowania paliw alternatywnych, w tym wykorzystanie wspólnych zamówień Przepisy dotyczące rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych Normalizacja specyfikacji technicznych w pojazdach Procedury upraszczające proces udzielania zezwoleń na dostawę paliw alternatywnych	Rządy, administracje, uczestnicy rynku

66 U. Motowidlak, *Analiza strategii rozwoju transportu na rzecz redukcji emisji CO₂*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2015, nr 42, s. 73. Za: *Towards a resource-efficient transport system. TERM 2009: Indicators tracking transport and environment in the European Union*, EEA, 2010, s. 23–28.

Tab. 29. cd.

Kryterium rodzaju instrumentu			Beneficjenci
Prawne	Instrumenty kontroli	Sprawozdawczość obligatoryjna dotycząca postępów w promowaniu i wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych w transporcie Oceny zgodności biopaliw i biopłynów z kryteriami rozwoju zrównoważonego Obowiązkowe oceny oddziaływań środowiskowych stosowanych paliw alternatywnych Oceny przestrzegania określonych normatyw np. produktowych, w zakresie monitorowania i ograniczania emisji CO ₂	Rządy, administracje, uczestnicy rynku
Ekonomiczne	Instrumenty proprodukcyjne i proinwestycyjne	Subsydia Preferencyjne kredyty Przyspieszona amortyzacja Uprozczone procedury przetargów publicznych Składanie wspólnych zamówień	Osoby fizyczne, podmioty gospodarcze, instytucje publiczne
	Instrumenty propopytowe	System niskich cen paliw alternatywnych Niższe opodatkowanie paliw alternatywnych Obniżenia/zwolnienia podatkowe przy zakupie pojazdów z alternatywnymi systemami napędu Dofinansowanie zakupu pojazdów z alternatywnymi systemami napędu	
Technologiczne			Producenci pojazdów, przedsiębiorstwa transportowe i logistyczne
Planistyczno-informacyjne			Osoby fizyczne, podmioty gospodarcze, instytucje publiczne

Źródło: opracowanie własne.

W najbliższych latach inwestycje w budowę spójnej infrastruktury punktów zaopatrzenia pojazdów w paliwa alternatywne nie będą ekonomicznie opłacalne. Dlatego też inwestycje w nowe technologie będą wymagać zastosowania ekonomicznych instrumentów wsparcia publicznego. W wielu państwach członkowskich UE, z uwagi na niezadowalający stan rozwoju technologii wykorzystania alternatywnych źródeł energii w transporcie samochodowym i zbyt niski poziom akceptacji społecznej dla nich, instrumenty te wskazywane są jako główne determinanty zastosowania paliw alternatywnych. Działania wspierające rozwój tych paliw i właściwej infrastruktury są finansowane dwupłaszczyznowo, tj. ze środków unijnych oraz krajowych⁶⁷. W okresie programowania 2014–2020 wsparcie dla podmiotów zaangażowanych w proces wdrożenia i dystrybucji paliw alternatywnych na poziomie UE będzie możliwe do uzyskania w szczególności w ramach Funduszu „Łącząc Europę”, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz pożyczek Europejskiego Banku Inwestycyjnego⁶⁸.

Dążąc do realizacji wiążących celów czasowych i ilościowych w zakresie rozwoju rynku paliw alternatywnych dla transportu, KE zarezerwowała odrębną pulę środków w ramach instrumentu „Łącząc Europę” (ang. *Connecting Europe Facility*, CEF). Zgodnie z ideą tworzenia synergii w europejskiej infrastrukturze sieciowej instrument ten wspiera rozwój trzech typów sieci, tj. transportowej, energetycznej i telekomunikacyjnej⁶⁹. Jednym z celów stosowania instrumentu CEF jest dekarbonizacja

67 A. Dąbrowska, *Infrastruktura kształtuje mobilność, czyli o potencjale rozwoju paliw alternatywnych w Polsce*, „Transport i Komunikacja” 2015, nr 2, s. 8.

68 W perspektywie finansowej 2014–2020 można korzystać z pięciu unijnych funduszy strukturalnych i inwestycyjnych, tj. z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego. Zasady funkcjonowania tych funduszy zawarto w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1303/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiającym wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006. Za: http://ec.europa.eu/contracts_grants/funds_pl.htm [dostęp 14.11.2015].

69 Synergia między sektorami oznacza istnienie podobnych lub wzajemnie się uzupełniających działań, prowadzonych w co najmniej dwóch spośród sektorów: transport, telekomunikacja i energia. Działania te mogą umożliwiać optymalizację kosztów, a przez to wyników dzięki wspólnemu wykorzystaniu zasobów finansowych, technicznych lub ludzkich. Za: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego

wszystkich rodzajów transportu. Przejście na innowacyjne, niskoemisyjne i energooszczędne technologie transportowe ma być realizowane m.in. poprzez dofinansowanie działań umożliwiających wdrożenie paliw alternatywnych w ramach sieci TEN-T. Poziom realizacji tego celu w odniesieniu do transportu samochodowego mierzony będzie na podstawie liczby punktów zaopatrzenia w te paliwa pojazdów samochodowych wykorzystujących sieć bazową TEN-T.

Komisja Europejska w ramach instrumentu CEF przeznaczyła na realizację inwestycji transportowych o charakterze ogólnoeuropejskim 26,25 mld EUR, z czego 11,31 mld EUR przeniesiono z Funduszu Spójności i przeznaczono wyłącznie na pokrycie wydatków państw kohezyjnych⁷⁰, w tym Polski. Środki przeniesione z Funduszu Spójności dostępne są do wykorzystania w ramach projektów służących wdrażaniu sieci bazowej TEN-T, które zostały wstępnie zidentyfikowane oraz dla priorytetów horyzontalnych CEF⁷¹. Środki pozostające w ramach instrumentu CEF przeznaczone są na lata 2014–2020 do wykorzystania przez wnioskodawców ze wszystkich państw członkowskich UE na podstawie konkursów na działania w zakresie Wieloletnich Programów Prac (ang. *Multi-Annual Work Programme*, MAP) i Rocznych Programów Prac (ang. *Annual Work Programme*, AP)⁷². Wśród działań priorytetowych, które mają być objęte wsparciem finansowym w ramach Programu Wieloletniego, wskazano w szczególności na projekty dotyczące dekarbonizacji transportu samochodowego. Wyasygnowane środki przeznaczone mają być na rozwój infrastruktury dystrybucyjnej paliw alternatywnych oraz działania wspiera-

i Rady nr 1316/2013 z 11 grudnia 2013 r. ustanawiające instrument „Łącząc Europę”, zmieniające rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylające rozporządzenia (WE) nr 680/2007 i (WE) nr 67/2010, Dz.Urz. UE L 348 z 20.12.2013, s. 138.

70 Państwa kohezyjne to państwa, w których poziom PKB na jednego mieszkańca jest niższy niż 90% średniej UE.

71 Wykaz wstępnie zidentyfikowanych projektów związanych z siecią bazową w sektorze transportu, które mogą ubiegać się o wsparcie ze środków przeniesionych z Funduszu Spójności do instrumentu CEF znajduje się w części I załącznika I do rozporządzenia nr 1316/2013, s. 151–162.

72 Różnice pomiędzy programami dotyczą zakresu wsparcia, wysokości dostępnych środków finansowych oraz czasu trwania projektu. W transporcie wsparcie finansowe w ramach MAP skierowane jest na realizację projektów uwzględnionych w sieci bazowej TEN-T. Natomiast wsparcie w ramach AP dotyczy projektów nieujętych w MAP. Około 80% środków finansowych dostępnych w ramach CEF przeznaczonych jest na realizację projektów w ramach MAP. Środki te mogą być rozliczane do 31 grudnia 2020 r. Czas realizacji projektów w ramach AP wynosi trzy lata od daty jej rozpoczęcia, ale nie później niż do 31 grudnia 2020 r. Zob. więcej: *Wsparcie projektów dotyczących wdrożenia paliw alternatywnych z instrumentu finansowego „Łącząc Europę”*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl> [dostęp 23.10.2015].

jące i rozwijające interoperacyjność interfejsów pojazd/infrastruktura, co ma się przyczynić do zwiększenia zakresu wykorzystania tych paliw.

Wielkość wsparcia projektów transportowych ze środków Funduszu Spójności w ramach CEF dla Polski ma osiągnąć poziom 4,14 mld EUR i będzie mogła zostać wykorzystana w ramach koperty narodowej do 31 grudnia 2016 r.⁷³ Zgodnie z przepisami Rozporządzenia nr 1316/2013 od 1 stycznia 2017 r. środki, które nie zostaną uprzednio alokowane na konkretne projekty, będą udostępnione wszystkim państwom kohezyjnym. Zaznaczyć należy, że z uwagi na konkursowy charakter przydziału środków ostateczny ich podział będzie zależał od stopnia zaawansowania przygotowania projektów. Jeśli projekt złożony do konkursu i zidentyfikowany nie uzyska finansowania w ramach instrumentu CEF, zostanie skierowany na kolejny konkurs CEF bądź będzie rozpatrzony pod kątem możliwości finansowania ze środków Funduszu Spójności w miarę ich dostępności w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POLiŚ) na lata 2014–2020⁷⁴.

Łączny budżet w ramach pierwszego rozstrzygniętego w lipcu 2015 r. konkursu CEF na projekty transportowe zgłoszone przez Polskę wyniósł 1,95 mld EUR. Polska wykorzystała więc 47% koperty narodowej zarezerwowanej do końca 2016 r. w budżecie CEF przeznaczonym na transport⁷⁵. O pozostałe środki CEF projekty z Polski będą mogły aplikować w kolejnych naborach ogłaszanych przez KE. Wśród 14 dofinansowanych polskich projektów transportowych akceptację państw członkowskich UE w ramach Komitetu CEF zyskały dwa projekty dotyczące wyposażenia sieci drogowej TEN-T w urządzenia do tankowania paliw alternatywnych. Projekt Przemysłowego Instytutu Motoryzacji dotyczy badań optymalizujących funkcjonowanie i rozmieszczenie stacji paliw alternatywnych sieci bazowej TEN-T. Projekt ten otrzymał wsparcie w wysokości 1,52 mln EUR, a kwota ta ma być przeznaczona na prowadzenie prac studialnych i pilotażowe wdrożenie modułowej stacji tankowania paliwa CNG i LNG w Warszawie. Projekt jest częścią Projektu Globalnego, którego celem jest budowa sieci stacji paliw alternatywnych wzdłuż korytarzy sieci bazowej TEN-T, tj. Korytarz Bałtyk – Adriatyk oraz Ko-

73 Środki przeniesione z Funduszu Spójności do CEF dostępne są wyłącznie dla projektów wstępnie zidentyfikowanych w Dokumentie Implementacyjnym do Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.).

74 Za: *Dokument Implementacyjny do Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.)*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014, s. 53.

75 *Zgoda na dofinansowanie z Instrumentu Łącząc Europę polskich projektów transportowych*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Biuletyn Informacji Publicznej, <http://www.mir.gov.pl/strony/aktualnosci/zgoda-na-dofinansowanie-z-instrumentu-laczac-europe-polskich-projektow-transportowych/> [dostęp 20.10.2015].

rytarz Morze Północne – Bałtyk⁷⁶. Z kolei drugi projekt dotyczy rozwoju infrastruktury LNG w Polsce. Na prace studialne i pilotażowe związane z wdrożeniem dwóch stacji tankowania LNG spółka Gaspol S.A. otrzymała z funduszu CEF 0,51 mln EUR.

W ramach pierwszego ogłoszonego w 2014 r. konkursu CEF wpłynęły łącznie 24 projekty dotyczące rozwoju rynku paliw alternatywnych. Przeznaczona na ich finansowanie kwota wynosiła ok. 145 mln EUR⁷⁷. W procedurze konkursowej dofinansowanie otrzymało 17 projektów dotyczących wdrożenia paliw alternatywnych na sieci drogowej TEN-T⁷⁸. Wysokość wsparcia finansowego dla realizacji tych projektów osiągnęła poziom 92,4 mln EUR, co stanowiło 49,3% ich wartości⁷⁹. Dążąc do utworzenia na obszarze UE spójnej sieci infrastrukturalnej dla alternatywnego ładowania i tankowania pojazdów samochodowych, priorytetem w procedurze konkursowej było dofinansowanie inwestycji o zasięgu międzynarodowym (tabela 30).

Największe kwoty dofinansowania przeznaczono na realizację projektów *H2Nodes – evolution of a European hydrogen refuelling station network by mobilising the local demand and value chains* i *Connecting Hydrogen Refuelling Stations COHRS*. W przypadku tego pierwszego projektu kwota w wysokości 14,50 mln EUR została przeznaczona na rozwój technologii wodorowych dla transportu samochodowego i rozbudowę parku pojazdów napędzanych wodorem. Technologiom tym najtrudniej bowiem sprostać aktualnie konkurencji rynkowej. Prace inwestycyjne w ramach tego pierwszego projektu będą obejmować działania pilotażowe w zakresie zrównoważonych ścieżek produkcji wodoru i wdrożenia sieci stacji tankowania wodoru na terenie Estonii, Łotwy i Holandii. Drugi z tych projektów został dofinansowany kwotą w wysokości 12,98 mln EUR, która przeznaczona została na pilotażowe wdrożenie 20 stacji ładowania paliw wodorowych wzdłuż głównych korytarzy sieci TEN-T na terenie Austrii i Niemiec.

76 <https://cng.auto.pl/12760/konkurs-cef-transport-na-wsparcie-najlepszych-polskich-projektow-transportowych-rozstrzygniety/> [dostęp 27.10.2015].

77 H. Van-Honacker, *Alternative fuels infrastructure. Policy Perspective*, Clean Power for Transport, Directorate General for Mobility and Transport, presentation, Bruxelles, 22 October 2015, <http://boostinginvestmentstransport.eu/presentations/WS%20B%20%20Alternative%20fuel%20session/H.%20Van%20Honacker.pdf> [dostęp 06.11.2015].

78 Szczegółowy wykaz wszystkich zgłoszonych projektów w ramach I konkursu CEF, obejmujących inwestycje dotyczące rozwoju rynku paliw alternatywnych dla transportu, zaprezentowano w *Connecting Europe Facility (CEF). Transport 2014 Calls for Proposals. Proposal for the selection of projects*, Innovation&Networks Executive Agency, 2015, s. 35–37, 41.

79 *Konkurs CEF 2014 w kontekście projektów dotyczących wdrożenia paliw alternatywnych*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warsztaty, Warszawa 2015, s. 7.

Tabela 30. Projekty o zasięgu międzynarodowym w zakresie rozwoju paliw alternatywnych dla transportu samochodowego dofinansowane z funduszu CEF w ramach I konkursu (w mln EUR)

Tytuł projektu	Beneficjent	Wartość projektu	Wsparcie z CEF	Kraje
<i>Connecting Hydrogen Refuelling Stations (COHRS)</i>	H2 Mobility Deutschland GmbH & Co. KG	25,96	12,98	AT, DE
Unit-e	Electricite de France S.A.	3,57	1,78	BE, FR, IT, UK
<i>Boosting Energy Sustainable fuels for freight Transport in European motorWays (BESTWay)</i>	Gas Natural Servicios S.D.G, S.A.	7,71	3,86	ES, FR
<i>GREAT (Green Region for Electrification and Alternative fuels for Transport)</i>	Region Skane	14,00	7,00	DE, DK, SE
<i>H2Nodes – evolution of a European hydrogen refuelling station network by mobilising the local demand and value chains</i>	Municipal limited liability company Rigas Satiksme	29,00	14,50	EE, LV, NL
<i>Study of Innovative Natural Gas Solutions for Road Transport in North West Europe with Pilot Deployment in UK and Netherlands</i>	ENN Clean Energy UK Limited	10,81	5,00	NL, UK

Źródło: opracowano na podstawie Commission Implementing Decision of 31.7.2015 establishing the list of proposals selected for receiving EU financial assistance in the field of Connecting Europe Facility (CEF) – Transport sector following the calls for proposals launched on 11 September 2014 based on the Multi-Annual Work Programme, C(2015) 5274 final, Brussels 2015, s. 11–12.

Duże możliwości finansowania inwestycji infrastrukturalnych z zakresu transportu, w tym transportu niskoemisyjnego, oferuje Fundusz Spójności⁸⁰. W latach 2014–2020 z tego Funduszu skorzystają: Bułgaria, Chorwacja, Cypr, Czechy, Estonia, Grecja, Litwa, Łotwa, Malta, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Słowenia i Węgry. Podstawowe mechanizmy wydat-

80 Fundusz Spójności jest przeznaczony dla państw członkowskich UE, których dochód narodowy brutto (DNB) na mieszkańca wynosi mniej niż 90% średniego DNB UE. Jego celem jest zredukowanie dysproporcji gospodarczych i społecznych oraz promowanie rozwoju zrównoważonego. Na lata 2014–2020 budżet tego Funduszu wynosi 63,4 mld EUR. Za: http://ec.europa.eu/regional_policy/pl/funding/cohesion-fund/ [dostęp 12.11.2015].

kowania środków z Funduszu Spójności stanowią programy operacyjne⁸¹. W nowej perspektywie finansowej wsparcie gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów i przyjaznej środowisku oraz sprzyjającej spójności terytorialnej i społecznej stanowi główny cel wydatkowania środków w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ). W nowym programie operacyjnym zachowane zostaną główne kierunki inwestycji określone w POIiŚ, funkcjonującym w latach 2007–2013.

Alokacja środków w ramach POIiŚ w latach 2014–2020, zgodnie z Umową Partnerską, zostanie ukierunkowana m.in. na gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie zmianom klimatu i adaptację do tych zmian, transport oraz bezpieczeństwo energetyczne⁸². Z kwoty 27,41 mld EUR, zaangażowanych w Polsce na realizację POIiŚ, na transport przeznaczono ponad 19,81 mld EUR, z czego 2,35 mld EUR przypada na rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach⁸³. Wsparcie transportu publicznego jest jednym z elementów realizacji działań w ramach priorytetu inwestycyjnego 4.V, wynikających z przygotowanych przez samorządy planów gospodarki niskoemisyjnej, obejmujących swoim zakresem zagadnienia związane ze zrównoważoną mobilnością miejską.

Wśród przyjętych do realizacji działań promujących strategię niskoemisyjną, szczególnie na obszarach miejskich, priorytetowo będzie traktowany zakup pojazdów z alternatywnymi systemami napędu. Realizo-

81 Z uwagi na ogólny charakter programów operacyjnych kierowanych do KE, każdy z nich zawiera dodatkowy dokument uszczegóławiający jego zapisy. Zob. m.in. *Szczegółowy opis osi priorytetowych Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2015.

82 Umowy o partnerstwie między KE a poszczególnymi państwami członkowskimi UE określają krajowe plany wykorzystania środków z europejskich funduszy w latach 2014–2020. Umowy te wyznaczają strategiczne cele i priorytety inwestycyjne wszystkich państw członkowskich UE, łącząc je z celami strategii *Europa 2020*. W dniu 23 maja 2014 r. KE zatwierdziła Umowę Partnerstwa z Polską, która jako jedno z pierwszych państw członkowskich UE zakończyła negocjacje tego strategicznego dokumentu. Zgodnie z tą Umową alokacja środków UE na POIiŚ wynosi 5,0 mld EUR z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i 22,41 mld EUR z Funduszu Spójności. Zob. więcej: *Programowanie perspektywy finansowej 2014–2020 – Umowa Partnerstwa*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014.

83 Projekty transportowe w ramach POIiŚ będą realizowane w ramach czterech z dziesięciu przyjętych priorytetów, którymi są: Priorytet 3. Rozwój sieci drogowej TEN-T i transportu multimodalnego; Priorytet 4. Infrastruktura drogowa dla miast; Priorytet 5. Rozwój transportu kolejowego w Polsce; Priorytet 6. Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach. Szczegółowy wykaz działań i środków unijnych dostępnych na ich finansowanie, w ramach każdego z tych priorytetów zawiera *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014, s. 24–106.

wane inwestycje będą miały zarówno charakter infrastrukturalny, jak i taborowy, a także kompleksowy, łączący oba te charaktery. Wsparciem finansowym objęte będą projekty dotyczące m.in.: budowy, przebudowy i rozbudowy infrastruktury liniowej oraz elementów wyposażenia dróg i ulic w infrastrukturę służącą obsłudze transportu publicznego i pasażerów. Rozwój niskoemisyjnego transportu miejskiego może być również dofinansowany ze środków Funduszu Spójności w ramach działań przewidzianych w Priorytecie 3, obejmujących rozwój sieci drogowej TEN-T i transportu multimodalnego⁸⁴.

Przykładem inwestycji, które potencjalnie mogą przyczynić się do poprawy funkcjonowania łańcuchów dostaw paliw gazowych LNG i CNG dla transportu samochodowego, jest budowa i przebudowa magazynów gazu ziemnego oraz zwiększenie ich pojemności. Środki na realizację tych inwestycji zarezerwowane są w POIiŚ w ramach Priorytetu 7: Poprawa bezpieczeństwa energetycznego i pochodzą z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Kolejne działania zorientowane na pośrednie wsparcie rozwoju rynku paliw alternatywnych zostały zapisane w Priorytecie 2: Ochrona środowiska i adaptacja do zmian klimatu. Istotny wpływ na poprawę stanu środowiska będą miały m.in. działania wynikające z realizacji projektów dotyczących upowszechnienia wykorzystania alternatywnych nośników energii w transporcie samochodowym. Wsparcie skierowane na rozwój systemu monitorowania środowiska, budowę bazy danych w zakresie zmian klimatu i adaptacji do tych zmian oraz prowadzenie kampanii informacyjno-edukacyjnych może potencjalnie zwiększyć społeczną akceptację dla paliw alternatywnych w procesie budowy niskoemisyjnego transportu samochodowego⁸⁵.

W nowej perspektywie finansowej o wsparcie dla paliw alternatywnych, jako środka realizacji celów rozwoju zrównoważonego, mogą ubiegać się projekty pilotażowe i demonstracyjne w ramach kolejnego Programu Operacyjnego pt. *Inteligentny rozwój* (POIR). Program ten, uruchomiony po zakończeniu Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG), realizowanego w latach 2007–2013, jest drugim pod względem budżetu krajowym programem operacyjnym w ramach nowej perspektywy finansowej. Na jego realizację przeznaczono ok. 8,6 mld EUR z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Z uwagi na imitacyjny charakter większości dostępnych w Polsce technologii głównym zadaniem POIR jest wsparcie działalności badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw

84 Instytucją odpowiedzialną za wdrażanie nowego POIiŚ w zakresie projektów transportowych będzie, podobnie jak w latach 2007–2013, Centrum Unijnych Projektów Transportowych. Zob. więcej: <https://www.cupt.gov.pl> [dostęp 14.11.2015].

85 *Program Operacyjny...*, s. 44–45, 79–80.

oraz wspólnych przedsięwzięć biznesu i nauki. Dofinansowanie ukierunkowane jest m.in. na rozwój innowacyjnych rozwiązań technologicznych prowadzących do zmniejszenia negatywnego oddziaływania transportu samochodowego na środowisko, w tym redukcji szkodliwych emisji. Celem POIR jest finansowanie projektów, od fazy badań do fazy prac rozwojowych, ze szczególnym uwzględnieniem fazy demonstracji⁸⁶. Oznacza to, że innowacyjne rozwiązania w zakresie paliw alternatywnych i napędów dla transportu samochodowego mające charakter wdrożeniowy kwalifikują się do ubiegania się o wsparcie w ramach osi priorytetowych POIR.

Przykładem działań KE zmierzających do realizacji celów strategii *Europa 2020* obejmujących m.in. rozwój infrastruktury transportowej i energetycznej oraz efektywne wykorzystanie alternatywnych źródeł energii z uwzględnieniem potrzeb transportu samochodowego jest koncepcja obligacji projektowych UE i EBI. Jej celem jest stymulowanie możliwości pozyskiwania finansowania dłużnego na rynku kapitałowym na potrzeby realizacji zrównoważonych projektów infrastrukturalnych o znaczeniu transeuropejskim⁸⁷. W ramach etapu pilotażowego, zgodnie z informacją EBI, do końca 2013 r. zatwierdzono osiem projektów transportowych i energetycznych z Belgii, Niemiec, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Włoch i Słowacji. Projekty te odpowiadają warunkom unijnych programów TEN-T/TEN-E, kwalifikujących się do skorzystania ze wsparcia za pomocą obligacji projektowych⁸⁸. W latach 2014 i 2015 przewidywany wkład budżetu UE w finansowanie tych projektów wynosił 230 mln EUR. W okresie 2014–2020 inicjatywa obligacji projektowych została docelowo powiązana z budżetem UE poprzez program CEF. W nowej perspektywie finansowej realizacja tej inicjatywy może podlegać zmianom regulacyjnych, w tym również zmianom ustawodawczym, wynikającym z oceny realizacji etapu pilotażowego⁸⁹.

86 *Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014–2020*, Warszawa 2014, s. 33–34, 122.

87 Emisja obligacji projektowych to nowa formuła finansowania unijnych inwestycji infrastrukturalnych. Koncepcja obligacji projektowych oraz zasad ich wprowadzenia na rynek finansowy w ramach etapu pilotażowego została opracowana w październiku 2011 r. i przedstawiona w Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Etap pilotażowy realizacji inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w ramach strategii „Europa 2020”, KOM(2011) 660. Za: K. Marchewka-Bartkowiak, M. Wiśniewski, *Obligacje projektowe – nowy instrument finansowania przedsięwzięć PPP w formule project finance na poziomie międzynarodowym i krajowym*, „Studia BAS” 2014, nr 3(39), s. 139–157.

88 *Opinia dotycząca sprawozdania Komisji: Okresowe sprawozdanie z etapu pilotażowego inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w ramach strategii „Europa 2020” COM(2013) 929 final*, Biuro Analiz Sejmowych, Warszawa 2014, s. 3.

89 Zamknięcie finansowe projektów realizowanych w ramach etapu pilotażowego inicjatywy obligacji projektowych musi nastąpić przed dniem 31 grudnia 2016 r.

Program Ramowy *Horyzont 2020* jest największym projektem w zakresie badań i innowacji realizowanym przez UE w nowej perspektywie finansowej⁹⁰. Zastąpił on 7 Program Ramowy (7PR) realizowany w latach 2007–2013. Budżet programu *Horyzont 2020* wynosi 80 mld EUR, z czego na inwestycje w badania naukowe i innowacje w zakresie „Inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport” przeznaczono prawie 6,34 mld EUR⁹¹. Jednym z celów tego programu jest finansowanie innowacji wdrożeniowych minimalizujących negatywne oddziaływanie transportu samochodowego na klimat i środowisko. Wsparcie finansowe zarezerwowane jest na realizację projektów mających na celu promowanie innowacyjnych rozwiązań oraz kształtowanie właściwych zachowań behawioralnych i działań w zakresie zamówień publicznych zwiększających akceptację społeczną dla nowych rozwiązań. Innowacje dotyczące alternatywnych rozwiązań zasilania pojazdów transportu samochodowego kwalifikowane są do wsparcia, szczególnie w ramach I i III obszaru programu *Horyzont 2020*. Celem głównym obszaru I jest poprawa konkurencyjności transportu, zaś upowszechnienie stosowania pojazdów ekologicznych stanowi cel główny obszaru III. Priorytetowo traktowane mają być rozwiązania służące rozwojowi niskoemisyjnej mobilności w miastach.

W Programie Roboczym na Rzecz Badań i Innowacji w Transporcie na lata 2014–2015 na wsparcie każdego projektu badawczego, objętego dofinansowaniem, w ramach rozwoju niskoemisyjnych technologii napędu dla pojazdów transportu samochodowego zarezerwowano 4–10 mln EUR. Natomiast innowacje pilotażowe i demonstracyjne w zakresie upowszechnienia pojazdów wykorzystujących paliwa alternatywne i zapewnienia odpowiednich punktów dystrybucji tych paliw mogły liczyć na wsparcie w wysokości 159 mln EUR⁹². Zgodnie z wytycznymi nowego Programu Roboczego na lata 2016–2017 kierunki tych innowacji zostały utrzymane. Jednocześnie dostrzegając potencjał innowacji w zakresie upowszechnienia paliw alternatywnych w transporcie samochodowym zwiększono pulę środków na ich realizację W okresie 2016–2017

Za: *Sprawozdanie Komisji. Okresowe Sprawozdanie z etapu pilotażowego inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w Ramach Strategii „Europa 2020”, KOM(2013) 929 final, Bruksela 2013, s. 2.*

90 Dokumenty oraz informacje dotyczące założeń i realizacji programu *Horyzont 2020* znajdują się na stronie internetowej: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/> [dostęp 16.11.2015].

91 *Horizon 2020 w skrócie, Program ramowy UE w zakresie badań naukowych i innowacji*, Komisja Europejska, Bruksela 2014, s. 5–13.

92 *Horizon 2020 – Work Programme 2014–2015. Smart, green and integrated transport, Consolidated version*, European Commission Decision C (2015)2453 of 17 April 2015, s. 87.

projekty wdrożeniowe ukierunkowane np. na wsparcie elektromobilności w miastach mogą liczyć na dofinansowanie w wysokości 5–6 mln EUR. Natomiast na poziomie 206,5 mln EUR zaplanowano wsparcie finansowe dla innowacji w obszarze „Pojazdy ekologiczne”⁹³. Z oceny realizacji I etapu programu *Horyzont 2020* wynika, że wzrasta zainteresowanie możliwością pozyskania wsparcia w ramach ogłaszanych konkursów. Wśród wszystkich złożonych do końca kwietnia 2015 r. wniosków, które uzyskały dofinansowanie, aż 38% stanowiły aplikacje podmiotów, ubiegających się po raz pierwszy o wsparcie w ramach tego programu. W 2013 r. w ramach 7PR grupa tych podmiotów stanowiła 13% ogółu dofinansowanych. Z oceny wynika także, że małe i średnie przedsiębiorstwa w pełni wykorzystały pulę środków zarezerwowanych na wdrażanie innowacji w ramach dotychczas ogłoszonych konkursów. Ponadto większość państw członkowskich UE zwiększyła swój udział w konkursach programu *Horyzont 2020* w stosunku do ich udziału w 7PR⁹⁴.

Udział Polski w programie *Horyzont 2020* pozostawał poniżej średniego udziału wszystkich państw członkowskich UE. Wskaźnik udziału polskich projektów objętych wsparciem w ramach pierwszego konkursu osiągnął poziom 13,8% w odniesieniu do złożonych wniosków oraz 8,3% w odniesieniu do przyznanego dofinansowania. Średnie wartości tego wskaźnika dla państw członkowskich UE wynosiły odpowiednio 14,8% i 12,8%. Na realizację 221 polskich umów grantowych z budżetu programu *Horyzont 2020* wydatkowano kwotę 69,3 mln EUR. O wsparcie finansowe w obszarze „Inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport” ubiegało się 109 projektów. W ramach konkursu wyłoniono 18 projektów, które uzyskały dofinansowanie w wysokości ponad 4,8 mln EUR⁹⁵.

Ważnym dokumentem UE promującym ekologiczne pojazdy transportu samochodowego jest dyrektywa 2009/33/WE w sprawie zamówień publicznych z 23 kwietnia 2009 r.⁹⁶ Dyrektywa ta reguluje wymogi w zakresie

93 *Horizon 2020 – Work Programme 2016–2017. Smart, green and integrated transport*, European Commission Decision C (2015)6776 of 13 October 2015, s. 107–108.

94 Więcej informacji na temat wniosków i wnioskodawców, którzy zgłosili projekty w ramach 112 konkursów programu *Horyzont 2020*, przeprowadzonych od 13 grudnia 2013 r., dla których podpisano umowy przed 15 lipca 2015 r. zob. *Horyzont 2020. First results*, European Commission, Brussels 2015, s. 1–44.

95 Zob. więcej: *Statystyki uczestnictwa Polski w Programie Ramowym Horyzont 2020. Raport po 112 konkursach*, Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE, Warszawa 2015, s. 1–23.

96 Dyrektywa 2009/33/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie ekologicznie czystych i energooszczędnych środków transportu samochodowego, Dz.Urz. UE L 120 z 15.05.2009.

ochrony środowiska w kontekście prawa zamówień publicznych. Zgodnie z zapisami tego aktu prawnego, podmioty, składając zamówienie na zakup środków transportu samochodowego, powinny zwracać uwagę na zużycie energii przez te środki podczas całego cyklu ich użytkowania oraz na emisję CO₂, tlenków azotu (NO_x), węglowodorów niemetanowych (NMHC) i cząstek stałych (PM), których są źródłem⁹⁷. Stosowanie kryteriów środowiskowych w procedurach zamówień publicznych ma na celu upowszechnienie niskoemisyjnych i energooszczędnych pojazdów, w tym pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi. Wykorzystując swój potencjał nabywczy przy udzielaniu zamówień publicznych na zakup pojazdów samochodowych w celu świadczenia usług transportu publicznego, instytucje administracji publicznej zarówno na szczeblu unijnym, jak i krajowym mogą zapewnić przewagę pojazdom z alternatywnymi źródłami napędu⁹⁸. Zdaniem KE, odpowiednie ukierunkowanie systemu zamówień publicznych może potencjalnie zwiększyć popyt na te pojazdy oraz spowodować, by ekonomiczne korzyści skali doprowadziły do obniżenia ich kosztów⁹⁹.

Proces, w którym instytucje publiczne w ramach prowadzonego postępowania o udzielenie zamówienia publicznego dążą do uzyskania przedmiotu zamówienia, minimalizującego swój negatywny wpływ na

97 W lutym 2014 r. Rada UE przyjęła trzy nowe dyrektywy w zakresie zamówień publicznych, tj. dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE z dnia 26 lutego w sprawie zamówień publicznych, która zastąpiła dotychczasową dyrektywę 2004/18/WE (tzw. dyrektywę klasyczną); dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/25/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie udzielania zamówień przez podmioty działające w sektorze gospodarki wodnej, energetyki i usług pocztowych, która zastąpiła dotychczasową dyrektywę 2004/17/WE (tzw. dyrektywę sektorową) oraz dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/23/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie udzielania koncesji. Dyrektywy zostały opublikowane 28 marca 2014 r. i weszły w życie po upływie 20 dni od dnia ich publikacji w „Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej”, tj. 17 kwietnia 2014 r. Państwa członkowskie UE mają dwa lata na implementację nowych rozwiązań do krajowych porządków prawnych. Za: *Biała Księga Zamówień Publicznych. Sprawozdanie z konsultacji z uczestnikami systemu zamówień publicznych poświęconych ocenie funkcjonowania prawa zamówień publicznych w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, s. 4–5.

98 Wielkość wydatków UE, zrealizowanych na podstawie przepisów o zamówieniach publicznych szacowana jest na ok. 2 bln EUR, tj. 19% PKB UE. Wartość zamówień publicznych udzielonych przez polskie instytucje zamawiające wyniosła w 2013 r. 143 mld PLN, co stanowiło ok. 9% PKB Polski. Kwota ta znacząco wzrosła po wstąpieniu naszego kraju do UE. W 2004 r. wartość zamówień publicznych wynosiła bowiem 48 mld PLN. Za: http://ec.europa.eu/environment/gpp/what_en.htm [dostęp 10.11.2015]; *Sprawozdanie Prezesa Urzędu Zamówień Publicznych o funkcjonowaniu systemu zamówień publicznych w 2013 roku*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2014, s. 26–27.

99 Dyrektywa 2009/33/WE..., s. 6.

środowisko w całym swoim cyklu życia, w porównaniu z przedmiotem zamówienia o identycznym przeznaczeniu, jaki zostałby uzyskany w innym przypadku, określany jest mianem zielonych zamówień publicznych (ang. *green public procurement*, GPP)¹⁰⁰. Zgodnie z możliwościami przewidzianymi w unijnym i krajowym prawie zamówień publicznych organy administracji mogą więc oddziaływać na podmioty gospodarcze, zwiększając popyt na wytwarzane dobra i świadczone przez nie usługi, sprzyjać nabywaniu produktów innowacyjnych, minimalizować oddziaływanie przedmiotu zamówienia na środowisko oraz uwzględniać potrzeby społeczne osób. Wsparcie innych polityk poprzez system zamówień publicznych stanowi jeden z celów w dążeniu do realizacji założeń zasoboszczędnej i niskoemisyjnej gospodarki¹⁰¹.

Postrzegając potencjał GPP jako zespół dobrowolnych instrumentów sprzyjających rozwojowi rynku paliw alternatywnych, KE zobowiązała państwa członkowskie UE do wprowadzenia krajowych przepisów regulujących udzielanie zamówień na niskoemisyjne i energooszczędne pojazdy transportu samochodowego w terminie do dnia 4 grudnia 2010 r. Transponując dyrektywę 2009/33/WE, państwa te miały możliwość skorzystania z energetycznych i środowiskowych kryteriów udzielania zamówień publicznych¹⁰². W opinii KE sformalizowanie kryteriów zamówień

100 Za: *Ekologiczne zakupy! Podręcznik dotyczący zielonych zamówień publicznych*, wyd. drugie, KE, 2011, s. 5.

101 W państwach członkowskich UE nowe podejście do zamówień publicznych realizowane jest poprzez włączenie GPP do strategii i programów rozwoju zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym. Dążąc do wspierania i promowania społecznych oraz zielonych zamówień publicznych w Polsce, opracowano w 2008 r. dokument rządowy pt. *Nowe podejście do zamówień publicznych – zamówienia publiczne a małe i średnie przedsiębiorstwa, innowacje i zrównoważony rozwój*. Zgodnie z zapisami tego dokumentu inicjatywy w zakresie zrównoważonych zamówień publicznych realizowane są w ramach kolejnych *Krajowych Planów Działalności*. Za: K. Ołdak-Bułańska, *Aspekty społeczne w zamówieniach publicznych. Podręcznik*, wydanie drugie zmienione i rozszerzone, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2015, s. 7.

102 Zgodnie z art. 5 ust. 3 dyrektywy w sprawie ekologicznie czystych pojazdów w 24 państwach członkowskich UE zapewniono instytucjom zamawiającym możliwość skorzystania ze wszystkich dostępnych opcji. Pierwsza z nich pozwala na określenie wymogów technicznych dotyczących parametrów pojazdów samochodowych w odniesieniu do oddziaływania na zużycie energii i środowisko. Druga opcja dopuszcza uznanie tych oddziaływań jako kryteriów udzielania zamówień. Istnieje także możliwość określenia wartości pieniężnej czynników oddziaływania na zużycie energii i na środowisko. Transponując omawianą dyrektywę, Słowenia zezwoliła na stosowanie tylko drugiej opcji. W Czechach przepisy krajowe dopuszczają skorzystanie z opcji pierwszej i drugiej. Natomiast w Szwecji wyłączone zostało uznanie oddziaływań na zużycie energii i na środowisko.

powinno zagwarantować organom administracji publicznej dodatkowe korzyści, szczególnie w przypadku tych państw członkowskich UE, które nie stosowały wcześniej tego typu kryteriów.

Na obecnym etapie badań ocena efektów wynikających ze stosowania GPP w zakresie promowania pojazdów niskoemisyjnych, w tym wykorzystujących alternatywne systemy napędów, jest ograniczona. Pierwszym czynnikiem utrudniającym pomiar tych efektów były opóźnienia transpozycji dyrektywy 2009/33/WE w większości państw członkowskich UE. Warto jednocześnie podkreślić, że w wielu państwach, m.in. w Niemczech, Szwecji, Austrii czy Wielkiej Brytanii, kryteria ekologiczne dotyczące zakupu pojazdów samochodowych były uwzględniane przed ich wprowadzeniem do porządku prawnego, stąd też pomiar ten może nie być obiektywny. Ocenę komplikuje także brak spójnych danych w zakresie monitorowania parametrów energooszczędności i emisji CO₂ z pojazdów samochodowych nabytych zgodnie z zapisami tego aktu prawnego. Diagnozę korzyści utrudniły również decyzje zakupowe organów publicznych. Spowolnienie wzrostu gospodarczego większości państw członkowskich UE wpłynęło bowiem na niską aktywność w zakresie publicznych zamówień pojazdów samochodowych z alternatywnymi systemami napędu¹⁰³. Jednocześnie nie można wykluczyć wpływu innych działań sprzyjających upowszechnianiu tych pojazdów, stąd w zaplanowanym na 2015 r. programie prac KE uwzględniono kolejny przegląd dyrektywy 2009/33/WE¹⁰⁴.

Proces GPP włączany jest stopniowo do działań operacyjnych w sektorze publicznym, jak również prywatnym. Ma to służyć promowaniu ekologicznych pojazdów transportu samochodowego. Postępowania przetargowe organów administracji publicznej państw członkowskich UE dostarczają kolejnych przykładów stosowania kryteriów energetycznych i środowiskowych przy zakupie pojazdów samochodowych. Jednym z celów tych działań jest wymiana użytkowanych pojazdów na pojazdy wyposażone w alternatywne systemy napędu. Najwięcej zrównoważo-

sko za kryterium udzielania zamówień. Za: *Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów dotyczące stosowania dyrektywy 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego*, KOM(2013) 214 final, Bruksela 2013, s. 5–6.

103 Opracowano na podstawie pierwszego sprawozdania dotyczącego stosowania dyrektywy 2009/33/WE. Zob. więcej: *ibidem*.

104 *Program pracy Komisji na 2015 r. Nowy początek*, Załącznik do Komunikatu Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2014) 910 final, Annex 3, Strasburg 2014, s. 16.

nych postępowań przetargowych realizowanych jest w Wielkiej Brytanii, Danii, Szwecji, Holandii, Francji, Niemczech i we Włoszech, które stanowią ok. 60% ogółu tych postępowań w UE.

W Wielkiej Brytanii za istotny element wzmacniający wagę kryteriów środowiskowych, branych pod uwagę przy zakupach pojazdów samochodowych oraz przy podejmowaniu decyzji o realizacji przez administrację publiczną inwestycjach transportowych, należy uznać opracowane przez rząd standardy zakupowe. Obowiązek ich stosowania nałożono na wszystkie jednostki rządowe oraz jednostki im podlegające. Kryteria środowiskowe oraz innowacyjne rozwiązania technologiczne zadecydowały m.in. o wyborze w postępowaniu przetargowym autobusów napędzanych CNG, które od kwietnia 2014 r. wykorzystywane są na trasach podmiejskich Londynu.

W Kopenhadze stosowanie zielonych zamówień publicznych w zakupach pojazdów samochodowych wykorzystujących alternatywne paliwa stanowiło element realizacji strategii miejskiej zakładającej redukcję CO₂ do 20% w 2015 r.¹⁰⁵

W Niemczech zielone zamówienia publiczne stanowią ważny instrument wzmacniający krajowe plany przejścia na elektromobilność. Zamówienia te przyczyniły się do uruchomienia w 2014 r. 20 stacji ładowania i 8 zintegrowanych gniazd dla pojazdów elektrycznych¹⁰⁶.

Akceptację dla rozwoju elektromobilności w państwach członkowskich UE potwierdzono również w czasie konferencji *TEN-T Days 2015*. Operatorzy transportu publicznego oraz organy administracji publicznej, uznani za główną grupę odbiorców technologii paliw alternatywnych, zobowiązali się bowiem do zakupu i eksploatacji 300–400 autobusów miejskich napędzanych ogniwami paliwowymi. Rozwój europejskiego rynku elektromobilności stanowił jeden z przewodnich tematów obrad konferencji¹⁰⁷.

W Polsce nowe podejście do zamówień publicznych stopniowo włączane jest do charakterystyki i wymagań funkcjonalnych postępowań przetargowych na zakup środków transportu samochodowego. Pojazdy

105 B. Faracik, J. Szymonek, *Zrównoważone zamówienia publiczne w Polsce. Możliwości, bariery, strategie*, Creative Commons, 2015, s. 29, http://www.ekonsument.pl/materialy/publ_606_raport_zzp_w_polsce_mozliwosci_bariery_strategie_2015.pdf [dostęp 05.12.2015].

106 Od stycznia 2010 r. KE publikuje przykłady stosowania kryteriów środowiskowych w zamówieniach publicznych, w tym w odniesieniu do niskoemisyjnego transportu samochodowego. Zob. więcej: *Studia przypadku zastosowania GPP w zakresie pojazdów z alternatywnymi systemami napędu*, http://ec.europa.eu/environment/gpp/case_group_en.htm [dostęp 15.11.2015].

107 Connecting Europe TEN-T Days 2015, http://www.tentdays.eu/2015_2/index.html [dostęp 20.11.2015].

samochodowe wykorzystywane w komunikacji miejskiej zastępowane są sukcesywnie autobusami wyposażonymi w alternatywne systemy napędu, głównie zasilanymi gazem LNG i CNG. Przykłady tych rozwiązań, publikowane przez Urząd Zamówień Publicznych, mają na celu promowanie dobrych praktyk w zakresie zrównoważonych zamówień publicznych¹⁰⁸.

Za istotny przejaw tych praktyk można uznać przyjęty w grudniu 2015 r. *Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Warszawy*, w ramach którego zaplanowano zakup kolejnych niskoemisyjnych autobusów, w tym wyposażonych w alternatywne źródła napędu. Inwestycje w transport publiczny oraz rozwój OZE mają przyczynić się do 20% redukcji emisji CO₂ i zużycia energii przez odbiorców oraz poprawy jakości powietrza w mieście. Władze Warszawy zobowiązały się do realizacji tych inwestycji, przystępując w 2009 r. do inicjatywy KE pt. *Porozumienie między burmistrzami* i następnie przyjmując w 2011 r. *Plan działań na rzecz zrównoważonego zużycia energii w perspektywie do 2020 r.*

Inicjatywy na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w mieście poprzez zakup autobusów elektrycznych zadeklarowało MPK Łódź Sp. z o.o. Jak podkreślono, spółka podjęła działania w zakresie możliwości pozyskania środków na sfinansowanie inwestycji obejmującej nabycie kilku autobusów elektrycznych i niezbędnej do ich obsługi infrastruktury. Jednocześnie argumentowano, iż operacjonalizacja tych działań jest utrudniona z uwagi na brak spójnej strategii miasta w zakresie tworzenia gospodarki niskoemisyjnej¹⁰⁹.

Z badań przeprowadzonych w 2012 r. przez Urząd Zamówień Publicznych można wnioskować, iż postęp w zakresie implementacji zapisów dyrektywy 2009/33/WE blokowany jest brakiem wiedzy praktycznej niezbędnej do stosowania przepisów prawnych dotyczących GPP, na co wskazało aż 47% respondentów. Uczestniczące w badaniu jednostki administracji rządowej, samorządowej oraz instytucje reprezentujące inne formy prawne, za kolejne bariery tej implementacji uznały brak świadomości odnośnie do korzyści ze stosowania innowacji technologicznych i klauzul środowiskowych. Ponadto zamówienia niskoemisyjnego taboru samochodowego postrzegane są jako bardziej kosztowne¹¹⁰. Tymczasem, jak zauważają W. Starzyńska i M. Urbanek, znajomość norm prawnych regulujących zasady stosowania tych zamówień pozwala na takie zdefi-

108 Przykłady GPP w transporcie, zob. <http://www.uzp.gov.pl/cmsws/page/?D;2876> [dostęp 05.12.2015].

109 Na podstawie wywiadu bezpośredniego przeprowadzonego z dyrektorem finansowym MPK Łódź Sp. z o.o., Łódź 11.12.2015 r.

110 *Podsumowanie monitoringu prawa przedsiębiorczości społecznej*, red. T. Schimanek, ISP-ES, Warszawa 2013. Za: B. Faracik, J. Szymonek, *Zrównoważone...*, s. 24.

niowanie kryteriów oceny, które umożliwiają wybór oferty najkorzystniejszej ekonomicznie. Z doświadczeń wielu państw członkowskich UE wynika, iż z uwzględnieniem takich kryteriów rozstrzyganych jest ponad 70% postępowań¹¹¹.

Ewolucja procedur przetargowych w zakresie zamówień publicznych mających zapewnić podmiotom zamawiającym korzyści ekonomiczne wyznaczone w oparciu o rachunek kosztów przedmiotu zamówienia w całym cyklu jego życia doprowadziła do podjęcia kolejnych działań na rzecz promowania niskoemisyjnych autobusów i pojazdów ciężarowych z alternatywnymi systemami napędu¹¹². Opracowana w wyniku tych działań metodologia pomiaru emisji CO₂ i zużycia paliwa stanowi istotne narzędzie wykorzystywane przez instytucje publiczne do oceny autobusów i pojazdów ciężarowych stanowiących przedmiot zamówienia.

Za istotny przejaw wartości dodanej, wnoszonej w rozwój rynku pojazdów wyposażonych w alternatywne technologie paliwowe przez dyrektywę 2009/33/WE, można uznać inicjatywy sektora prywatnego zmierzające do ich zakupu. Inicjatywy te mają głównie wymiar ekonomiczny, chociaż także wizerunkowy. Zamawiając pojazdy z alternatywnymi systemami napędu, przedsiębiorstwa kierują się najczęściej kosztami ich utrzymania w całym cyklu ich życia. Elementem zarządzania parkiem pojazdów są również oczekiwania klientów w zakresie redukcji negatywnego oddziaływania transportu samochodowego na środowisko przyrodnicze. W ramach realizowanej w sektorze prywatnym koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu (ang. *Corporate Social Responsibility*, CSR) w zakresie zarządzania parkiem pojazdów samochodowych można zidentyfikować szereg przykładów stosowania dobrych praktyk¹¹³.

111 W. Starzyńska, M. Urbanek, *Zamówienia publiczne na środki transportowe a zrównoważony rozwój*, „Logistyka” 2013, nr 2, s. 141.

112 Obecnie w UE nie są stosowane znormalizowane metody pomiaru emisji CO₂ pojazdów ciężarowych. W związku z brakiem wspólnych procedur Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Publicznego oraz Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów opracowały zasady umożliwiające stosowanie dyrektywy 2009/33/WE w przetargach na autobusy. W odniesieniu do pojazdów ciężarowych istnieje możliwość wykorzystania narzędzia symulacji VECTO. Dostrzegając potrzebę monitorowania poziomu emisji CO₂ pojazdów ciężarowych, KE przedstawiła po raz pierwszy w 2014 r. niezbędne w tym zakresie działania. Za: U. Motowidlak, *Przegląd działań w zakresie poprawy efektywności paliwowej i redukcji emisji CO₂ pojazdów ciężarowych*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2015, nr 6, s. 26.

113 CSR jest bardzo szerokim pojęciem. Obejmuje ono szereg różnych inicjatyw oraz procedur. Nowa definicja przedstawiona przez KE w 2011 r. określa CSR jako „odpowiedzialność przedsiębiorstw za ich wpływ na społeczeństwo”. Za: *Odnowiona strategia UE na lata 2011–2014 dotycząca społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskie-

Połączenie inicjatyw publicznych i prywatnych, stanowiące cel rządu brytyjskiego w zakresie spójnej strategii GPP, przyczyniło się m.in. do wdrożenia w Londynie alternatywnego systemu bezemisyjnej dostawy „Na ostatniej mili”¹¹⁴. Z przeprowadzonych badań wynika, że wymiana pojazdów dostawczych na samochody elektryczne oraz usprawnienia organizacyjne redukują o 62% emisję CO₂ związane z dostawą każdej paczki. Ponadto wymiana ta powoduje spadek natężenia hałasu i redukcję emisji spalin¹¹⁵. Z kolei w Finlandii stosowanie zapisów dyrektywy 2009/33/WE korzystnie wpływa na zamówienia, prowadzące do zakupu samochodów służbowych przez nabywców prywatnych. Samochody te stanowią bowiem ok. 20% sprzedaży nowych samochodów w Finlandii¹¹⁶.

Z badań dotyczących zrównoważonych zamówień publicznych na lata 2013–2016, opublikowanych w Krajowym Planie Działań, wynika, że najważniejszym kryterium w procesie zakupu jest cena. Za kryterium tym opowiedziało się bowiem 64% respondentów z państw członkowskich UE. W Polsce za stosowaniem kryteriów środowiskowych w procesach zakupowych opowiedziało się 28% osób uczestniczących w tych badaniach¹¹⁷. Na uwagę zasługuje fakt, iż transport był grupą produktową, której udało się osiągnąć najwyższy, wynoszący 50%, poziom stosowania kryteriów środowiskowych w zamówieniach publicznych¹¹⁸. Uzyskane

go Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM (2011) 681, Bruksela 2011, s. 7. Zgodnie z inną definicją zawartą w normie PN-ISO 26 000 CSR to „odpowiedzialność organizacji za wpływ jej decyzji i działań na społeczeństwo i środowisko, zapewniona przez przejrzyste i etyczne postępowanie, które przyczynia się do rozwoju zrównoważonego, w tym dobrobytu i zdrowia społeczeństwa, uwzględnia oczekiwania interesariuszy i jest zgodne z obowiązującym prawem i spójne z międzynarodowymi normami postępowania; jest zintegrowane z działaniami organizacji i praktykowane w jej relacjach”, cyt. za: *Forum odpowiedzialnego biznesu*, <http://odpowiedzialnybiznes.pl/hasla-encyklopedii/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu-csr/> [dostęp 08.12.15].

114 <http://gnewtcargo.co.uk/about-us/> [dostęp 05.06.2015].

115 <http://yegroup.pl/wp-content/uploads/2014/05/Rozwiazania-logistyki-miejskiej-transportu-ladunkow-na-przyk%C5%82adzie-Londynu.pdf> [dostęp 05.06.2015].

116 *Sprawozdania dotyczącego stosowania dyrektywy 2009/33/WE...*, s. 10.

117 B. Faracik, J. Szymonek, *Zrównoważone...*, s. 22.

118 W państwach członkowskich UE nie jest prowadzony regularny monitoring w zakresie stopnia aplikacji unijnych kryteriów środowiskowych. Badanie stopnia realizacji tych kryteriów w postępowaniach przetargowych zostało przeprowadzone na zlecenie KE przez Centrum Studiów Europejskich (CEPS) przy współpracy z Kolegium Europejskim z Brugii. Odpowiedzi instytucji zamawiających z państw członkowskich UE dotyczyły postępowań przetargowych przeprowadzonych w III–IV kwartale 2011 r. Zob. więcej: *Krajowy Plan Działań w zakresie zrównoważonych zamówień publicznych na lata 2013–2016*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2013, s. 36–38.

wyniki badań pozwalają wnioskować, iż mimo zróżnicowanego, w poszczególnych państwach członkowskich UE, rozumienia istoty zrównoważonych zamówień publicznych wzrasta świadomość postrzegania zagrożeń środowiskowych generowanych przez transport.

4.4. Ocena rozwoju rynków głównych paliw alternatywnych dla transportu samochodowego

4.4.1. Rynek biopaliw

Analiza zapotrzebowania na energię w transporcie samochodowym w perspektywie do 2050 r, przedstawiona w rozdziale trzecim potwierdziła stopniowy wzrost udziału paliw alternatywnych w rynku paliw transportowych. Prognozy zapotrzebowania na te paliwa wskazują na istotną rolę wodoru jako nośnika energii w transporcie samochodowym. Wodór posiada bowiem duży potencjał zastosowania w długim horyzoncie czasowym¹¹⁹. Z prognoz tych wynika, że w okresie przejściowym wzrosną udziały biopaliw, gazu ziemnego i energii elektrycznej w rynku paliw transportowych¹²⁰. Scenariusze rozwoju rynku paliw alternatywnych w perspektywie do 2030 r. wskazują, że udziały biopaliw transportowych, gazu ziemnego (w postaci CNG i LNG), energii elektrycznej i wodoru w zaspokajaniu potrzeb energetycznych transportu samochodowego w UE wyniosą odpowiednio 10–12%, 5–7%, 1–2% i ok. 0,01%¹²¹.

Aktywność w zakresie substytucji paliw ropopochodnych oraz kierunki rozwoju poszczególnych technologii napędu uzależnione będą od polityk państw członkowskich UE i realizowanych w tym zakre-

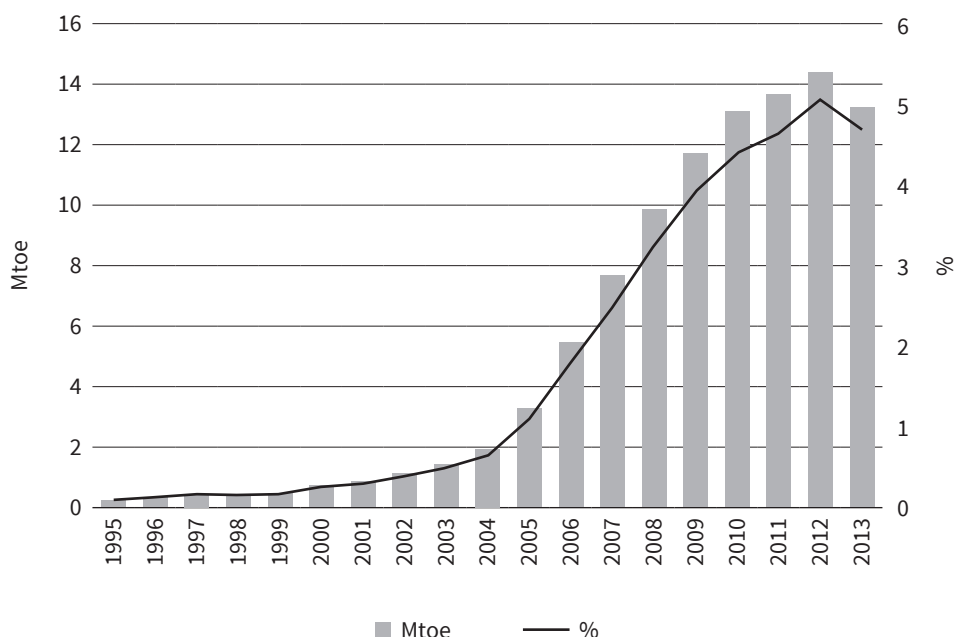
119 *Technology roadmap: hydrogen and fuel cells*, IEA, 2015.

120 Zdaniem ekspertów IEA oraz DG MOVE – Expert group on future transport fuels, mimo rozwoju rynku paliw alternatywnych i stosownej infrastruktury produkty naftowe będą zaspokajały ok. 88% potrzeb energetycznych transportu UE w 2030 r. i 84% w 2050 r.

121 Zob. m.in.: *Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013, s. 42–43; *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 9–10.

sie strategii. Warto podkreślić, iż w większości państw członkowskich UE za główne czynniki aktualnie determinujące wprowadzanie paliw alternatywnych na rynek uznaje się przede wszystkim względy środowiskowe oraz działania w zakresie poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw dla transportu samochodowego. Przewiduje się także, iż w dłuższej perspektywie czasowej coraz większą rolę, z punktu widzenia uczestników rynku paliw transportowych, będzie odgrywał czynnik ekonomiczny.

W UE główną alternatywę dla benzyny i oleju napędowego stanowią biopaliwa, głównie I generacji. Decyduje o tym przede wszystkim ich powszechna dostępność oraz możliwość zasilania pojazdów mechanicznych wyposażonych w silniki spalinowe. W 2013 r. udział konsumpcji biopaliw I generacji w całkowitej konsumpcji paliw alternatywnych w transporcie samochodowym wynosił ok. 91%. W rezultacie dotychczasowych działań w zakresie promowania energii ze źródeł odnawialnych, wykorzystanie tych biopaliw do zasilania środków transportu samochodowego w UE systematycznie (z wyjątkiem 2013 r.) wzrastało (rysunek 31).



Rysunek. 31. Wykorzystanie biopaliw w transporcie samochodowym UE w latach 1995–2013

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Eurostat i Odyssee [dostęp 15.12.2015].

W latach 1995–2013 zużycie biopaliw w transporcie samochodowym w UE zwiększyło się z 0,2 do 13,3 Mtoe. Systematycznie wzrastał również ich udział w zasilaniu środków transportu samochodowego. W 2013 r. udział ten osiągnął poziom 4,7%, podczas gdy w 1995 r. wynosił 0,1% (rysunek 31). Według danych bazy Eurostat i Odysee w latach 1995–2013 głównym odnawialnym źródłem energii stosowanym w transporcie samochodowym UE był biodiesel. Jego udział w całkowitym zużyciu paliw przez ten transport zwiększył się z 0,07% w 1995 r. do 3,66% w 2013 r. W wyznaczonym tymi datami okresie biodiesel dostarczał transportowi samochodowemu średnio ok. 82% całkowitej energii odnawialnej pochodzenia roślinnego. Jego maksymalny i minimalny udział w koszyku biopaliw transportowych wynosił odpowiednio 92% w 2001 r. i 75%, w 2013 r.

W 2013 r. liderami na rynku konsumentów biodiesla były Francja (2294 ktoe), Niemcy (1823 ktoe) oraz Włochy (1178 ktoe). Polska znalazła się na szóstej pozycji ze zużyciem wynoszącym 584 ktoe (tabela 31). Z danych dostępnych w bazach Eurostat oraz Odysee wynika, że najwyższy, bo ponad 47-krotny, wzrost wykorzystania tego paliwa w transporcie samochodowym w stosunku do 1995 r. odnotowano w Niemczech. Francja zwiększyła zużycie biodiesla 18-krotnie, zaś Włochy 14-krotnie. Polska jako państwo członkowskie UE, przyjmując na siebie zobowiązanie wzrostu wykorzystania biopaliw transportowych, zwiększyła 37-krotnie zużycie biodiesla w transporcie w okresie 2005–2013¹²².

Bioetanol był drugim, pod względem zakresu stosowania w transporcie samochodowym UE, odnawialnym źródłem energii. Wykorzystanie tego paliwa wzrosło z 0,02 Mtoe w 1995 r. do 2,76 Mtoe w 2013 r., co oznaczało 0,99% udział w zużyciu paliw w transporcie samochodowym UE. Wśród państw członkowskich UE największe zapotrzebowanie na bioetanol w 2013 r. zarejestrowano w Niemczech (778 ktoe), Wielkiej Brytanii (411 ktoe) i Francji (394 ktoe). W Polsce natomiast osiągnięto poziom 146 ktoe, co pozwoliło na zajęcie szóstej pozycji wśród państw członkowskich UE (tabela 31). Zgodnie z danymi GUS, po wstąpieniu do UE wykorzystanie bioetanolu w polskim transporcie samochodowym wzrosło w latach 2005–2013 ponad 3-krotnie.

Zużycie pozostałych biopaliw transportowych w 2013 r., wśród których największy udział stanowił biogaz, wyniosło łącznie 0,17 Mtoe. Warto jednocześnie zauważyć, że w ostatnich latach stopa wzrostu wykorzystania biopaliw w transporcie samochodowym uległa wyraźnemu

122 *Energia ze źródeł odnawialnych 2006*, GUS, Warszawa 2007, s. 29; *Energia ze źródeł odnawialnych w 2013 r.*, GUS, Warszawa 2014, s. 52.

Tabela 31. Zużycie biopaliw w transporcie samochodowym w UE w latach 2012–2013

Kraj	Zużycie biopaliw (ktoe)						Biopaliwa objęte certyfikacją (%)	
	całkowite zużycie		bioetanol		biodiesel			
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Francja	2 686	2 688	417	394	2 269	2 294	100	100
Niemcy	2 996	2 644	805	778	2 191	1 823	100	100
Włochy	2 100	1 234	201	56	1 899	1 178	0	100
Wielka Brytania	1 343	1 015	80	411	1 263	604	100	100
Hiszpania	885	899	388	170	497	729	100	0
Szwecja	535	792	200	179	335	537	100	99
Polska	823	730	154	146	669	584	100	100
Austria	458	520	68	58	390	462	92	86
Belgia	335	331	124	48	210	283	95	100
Holandia	330	299	49	125	282	174	100	97
Dania	314	304	30	80	284	224	2	100
Portugalia	281	278	60	5	221	274	100	3
Czechy	243	273	93	52	150	221	0	100
Finlandia	302	231	90	70	212	133	100	88
Rumunia	193	206	36	37	156	159	88	95
Słowacja	123	136	46	56	77	80	100	76
Węgry	100	136	24	34	77	87	94	88
Grecja	125	123	0	0	125	123	19	19
Irlandia	86	102	0	29	86	73	0	100
Bułgaria	85	104	29	8	56	96	100	100
Litwa	61	59	9	7	52	52	100	95
Luksemburg	47	54	1	1	46	53	100	100
Słowenia	52	52	5	5	46	46	100	100
Chorwacja	36	30	1	0	35	30	0	100
Łotwa	19	19	7	7	13	12	100	100
Cypr	16	15	0	0	16	15	100	31
Malta	4	3	0	0	4	3	100	100
Estonia	0	3	0	3	0	0	100	0
Łącznie	14 551	13 277	2 890	2 758	11 661	10 347	80	89

Źródło: opracowano na podstawie *Biuletyn energii odnawialnej. Biopaliwa transportowe: Biofuels barometer 2014*, EurObserv'ER, s. 3; *Biofuels barometer 2015*, EurObserv'ER, s. 3–4; bazy danych Odysse.

spowolnieniu, co doprowadziło do redukcji ich zużycia w 2013 r. Jest to pierwszy przypadek spadku zużycia biopaliw transportowych odnotowany w UE od momentu wytwarzania tych paliw na skalę przemysłową. W 2013 r. ich zużycie w transporcie samochodowym zmniejszyło się o 8,9% w stosunku do 2012 r. Za główne przyczyny tego spadku można uznać opóźnienia w opracowaniu polityki w zakresie ograniczenia ryzyka pośredniej zmiany użytkowania gruntów oraz niewystarczające tempo wprowadzania na rynek biopaliw II generacji.

W projekcie zmiany dyrektywy dotyczącej biopaliw z 17 października 2012 r., dążąc do znacznego ograniczenia emisji CO₂ i utrzymując ryzyko wynikające ze zmian sposobu użytkowania gruntów na stosunkowo niskim poziomie, zaproponowano zmniejszenie do 5% udziału biopaliw I generacji w łącznym zużyciu biopaliw w 2020 r. Jednocześnie zwrócono uwagę na konieczność zwiększania produkcji biopaliw II i III generacji. Ich wykorzystanie w transporcie samochodowym ma bowiem pozytywnie wpłynąć na redukcję emisji CO₂ pochodzących z transportu oraz wzrost konkurencyjności sektorów opartych na biotechnologiach¹²³. Projekt tej dyrektywy został jednak bardzo krytycznie przyjęty przez uczestników rynku biopaliw transportowych. Trwające ponad dwa lata negocjacje doprowadziły do osiągnięcia porozumienia politycznego w sprawie ograniczenia wpływu pośredniej zmiany użytkowania gruntów. Ogłoszony 13 czerwca 2014 r. kolejny projekt zmiany dyrektywy w sprawie biopaliw został przyjęty w wersji końcowej 9 września 2015 r. Zgodnie z zapisami tego dokumentu udział biopaliw I generacji nie może przekraczać 7% końcowego zużycia energii w transporcie w państwach członkowskich UE w 2020 r.

Mimo braku wiążących celów w zakresie wymaganych udziałów biopaliw II i III generacji, państwa członkowskie UE mają dążyć do ich wprowadzania na rynek. Wartością referencyjną jest 0,5% udział tych biopaliw w wartości energetycznej paliw i energii ze źródeł odnawialnych w transporcie w 2020 r., przy czym państwa te mogą ten udział obniżyć, na odpowiednio uzasadniony i zaakceptowany wniosek¹²⁴. Natomiast kluczowa

123 Wniosek. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę 98/70/WE z dnia 17 października 2012 r. odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, 2012/0288 (COD)C7-0337/12, s. 7–8.

124 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.Urz. UE L 239 z 15.09.2015, s. 14–15.

kwestia dotycząca efektu zmiany użytkowania gruntów nie została ostatecznie rozstrzygnięta z uwagi na brak pełnej wiedzy w tym zakresie¹²⁵.

Niepewność polityczna dotycząca rozwoju biopaliw transportowych w UE niekorzystnie wpłynęła na ich rynek. W efekcie w 2013 r. w dziewięciu państwach członkowskich UE wystąpiły wyraźne spadki zużycia biopaliw w transporcie samochodowym. W 2013 r. największy wpływ na rynek biopaliw transportowych UE miały spadki wykorzystania tych paliw we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Niemczech i Polsce (tabela 31). Kraje te należały bowiem do grupy siedmiu państw, które odpowiadały za 3/4 zapotrzebowania UE na biopaliwa w transporcie samochodowym. Spadki te wynosiły odpowiednio 41,2%, 24,5%, 11,8% i 11,4%. Jednocześnie w ośmiu państwach członkowskich UE nastąpił wzrost zużycia biopaliw transportowych w stosunku do 2012 r. Wzrost ten odnotowano m.in. w Szwecji (48,1%) i Austrii (11,5%). We Francji, tj. kraju o największym rynku biopaliw transportowych w UE w 2013 r., sytuacja była stabilna. Natomiast w Hiszpanii, której rynek biopaliw należy do grupy siedmiu największych rynków biopaliw w UE, odnotowano nieznaczny wzrost zużycia biopaliw.

W 2013 r. silniejszy trend spadkowy dotknął rynek biodiesla. W okresie 2013–2012 udział biodiesla w zużyciu biopaliw ogółem w transporcie samochodowym zmniejszył się bowiem z 79,9% do 77,9%, zaś poziom wykorzystania spadł o 11,3%. Sytuacja na rynku biodiesla w 2013 r. uwarunkowana była spadkiem zużycia tego paliwa w Wielkiej Brytanii (–52,2%), Włoszech (–38,0%) i Niemczech (–16,8%). W Polsce spadek ten wynosił 12,8%. Jednocześnie w Szwecji i Hiszpanii wzrosło roczne wykorzystanie biodiesla w transporcie samochodowym, odpowiednio o 60,1% i 46,6%. W okresie 2012–2013 z 20,0 do 20,8% wzrósł udział bioetanolu w całkowitej konsumpcji biopaliw. Jednocześnie w okresie tym o 5,5% zmniejszyło się jego zużycie. Roczny spadek wykorzystania bioetanolu w Polsce wynosił 5,2%.

Z punktu widzenia realizacji celów środowiskowych związanych ze stosowaniem biopaliw pozytywnie należy ocenić wzrost wskaźnika wykorzystania biopaliw certyfikowanych. W 2013 r. ich udział w całkowitym zużyciu biopaliw przez środki transportu samochodowego zwiększył się bowiem o 8 p.p. w stosunku do 2012 r. i wynosił 89% (tabela 31). Tylko w kilku państwach członkowskich UE, m.in. w Hiszpanii, Portugalii, Grecji i Estonii, nie udało się wdrożyć kryteriów zrównoważonej produkcji biopaliw i ich kwalifikacji do realizacji Narodowych Celów Wskaź-

125 W myśl przepisów dyrektywy 2015/1513 dostawcy paliw mają informować odpowiednie instytucje krajowe i KE o przewidywanym, szacunkowym poziomie emisji GHG spowodowanych pośrednią zmianą użytkowania gruntów.

nikowych. W Polsce w 2012 r., na skutek aktywnych prac związanych z transpozycją do krajowego porządku prawnego przepisów dyrektywy 2009/28/WE, udało się w pełni osiągnąć cele w zakresie certyfikacji biopaliw transportowych. W 2011 r. brak pełnego wdrożenia tych przepisów uniemożliwił ustalenie jej poziomu¹²⁶, a w 2010 r. certyfikacja biopaliw nie była realizowana¹²⁷.

Wdrożenie dyrektywy 2009/28/WE oraz strategii określonych w krajowych planach działania w sprawie energii ze źródeł odnawialnych przyczyniło się do wzrostu wykorzystania tej energii w transporcie samochodowym, jednak dynamika tego wzrostu nie była wystarczająca. Wyznaczony na poziomie 5,75% orientacyjny cel udziału energii odnawialnej w koszyku paliwowym transportu w 2010 r. nie został zrealizowany. Według danych europejskiego konsorcjum EurObserv'ER, zajmującego się monitorowaniem rozwoju odnawialnych źródeł energii, wskaźnik udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu paliw w transporcie w UE wyniósł 4,67% w 2010 r. W transporcie samochodowym, będącym głównym odbiorcą tej energii, było to odpowiednio 4,38% (tabela 31).

W kolejnych latach postępy w realizacji, określonego na 2020 r., 10% celu wskaźnikowego dla odnawialnych źródeł energii w transporcie nie pozwoliły na realizację przyjętych celów orientacyjnych. W 2012 r. dotyczyło to 21 państw członkowskich UE, w tym Polski¹²⁸. Natomiast w 2013 r. ten cel zrealizowała tylko Szwecja, osiągając 16,70% udziału energii ze źródeł odnawialnych w krajowym zużyciu paliw transportowych. W Polsce cele wskaźnikowe dla udziału biopaliw w koszyku paliwowym transportu wyznaczono na poziomie 6,65% dla 2012 r. i 7,10% dla 2013 r. Cele nie zostały jednak w pełni zrealizowane. W 2012 r. udział energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu paliw transportowych ogółem wyniósł 5,79%, zaś w 2013 r. 6,03%, głównie z tytułu wykorzystania biopaliw w transporcie samochodowym¹²⁹.

Z przeprowadzonej dla KE w 2014 r. oceny efektów zwiększania wykorzystania energii odnawialnej wynika, iż były one najmniejsze w transpo-

126 *Biofuels barometer 2013*, EurObserv'ER, s. 3.

127 *Sprawozdanie okresowe za lata 2009–2010 dotyczące postępu w promowaniu i wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2012, s. 4.

128 *Renewable energy progress and biofuels sustainability*, Ecofys, Netherlands 2014, s. 35.

129 Zob. Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 3 stycznia 2014 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2012 r., Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014, s. 10; baza danych Odyssee, <http://odyssee.enerdata.net/database/> [dostęp 12.11.2015].

ricie i ustępowały efektom osiągniętym w sektorach wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu¹³⁰. W ocenie tej podkreślono, że w kolejnych latach realizacja przyjętych dla transportu celów orientacyjnych będzie coraz trudniejsza i wymagać będzie intensyfikacji działań w ramach wewnętrznej współpracy. W szczególności działania te muszą zostać zintensyfikowane w państwach członkowskich UE o niskim poziomie wykorzystania biopaliw transportowych. Z analizy trendów ich zużycia publikowanych m.in. przez EurObserv'ER oraz Eurostat można bowiem zaobserwować bardzo nierównomierny rozwój rynku biopaliw transportowych w tych państwach. Stąd łączne zużycie tych biopaliw w 10 państwach członkowskich UE o najniższym poziomie rozwoju rynku biopaliw transportowych stanowiło w 2013 r. tylko 3,3% ich konsumpcji ogółem przez środki transportu samochodowego UE (tabela 31).

Pozytywnie oceniono natomiast realizację programów pomocowych oraz politykę podatkową na rzecz rozwoju biopaliw transportowych w tych państwach członkowskich UE, które są ich liderami na unijnym rynku biopaliw. Wieloletnie programy wsparcia przyczyniły się bowiem do wzrostu wykorzystania biopaliw transportowych m.in. w Niemczech, Włoszech i Francji. Konieczność odchodzenia od stosowania biopaliw I generacji na rzecz biopaliw II i III generacji wymusiła zmiany w mechanizmach wsparcia ich rozwoju. W Niemczech w 2013 r. zniesiono zwolnienia podatkowe dla sektora biodiesla, co spowodowało spadek jego zużycia. Jednocześnie korzyści w postaci podwójnego naliczania przy rozliczaniu zobowiązań realizacji celu wskaźnikowego zachęciły do wzrostu wykorzystania biodiesla produkowanego ze zużytego oleju spożywczego. Nowy system wsparcia ukierunkowany na wzrost zużycia biopaliw II i III generacji, charakteryzujących się niższą emisyjnością, obowiązuje w Niemczech od 2015 r.

Aktywne działania na rzecz wzrostu udziału biopaliw w koszyku paliwowym transportu samochodowego oraz rozwoju produkcji kolejnych ich generacji podejmowane są w Szwecji, Wielkiej Brytanii oraz Francji. Z raportu opracowanego przez Centrum Badań Środowiska Bio4Energy wynika, że do 2030 r. co trzeci szwedzki pojazd samochodowy może być potencjalnie zasilany biopaliwem. Ponadto Szwedzi są aktualnie liderami w zakresie wzrostu wykorzystania zaawansowanych biopaliw. Z kolei w Wielkiej Brytanii w 2013 r. do realizacji celu wskaźnikowego w zakresie ilościowego udziału biopaliw w konsumpcji paliw w transporcie włączono m.in. pojazdy agrotechniczne. Obniżono jednocześnie poziom celu

130 *Sprawozdanie z postępów w dziedzinie energii odnawialnej*, Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2015) 293 final, Bruksela 2015, s. 10–11.

wskaźnikowego z 5 do 4,75%, nie zmieniając krajowego wolumenu zużycia biopaliw, co miało przyczynić się do stosowania biopaliw wytwarzanych z odpadów, które są podwójnie liczone w realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego. Podobne rozwiązania zastosowano we Francji¹³¹.

W Polsce wdrożenie programów pomocowych dla rozwoju i wykorzystania biopaliw w transporcie nie przyczyniło się do realizacji większości założonych celów. Obowiązujące od 1 maja 2004 r. systemy zwolnień i ulg podatkowych nie spowodowały wzrostu konkurencyjności krajowych wytwórców biopaliw. Ich moce produkcyjne były w dużym stopniu niewykorzystane. W latach 2008–2012 polscy wytwórcy mogli bowiem wyprodukować o 60% więcej bioetanolu i o 70% więcej biodiesla. Ponadto w 78% cele wskaźnikowe zrealizowano z wykorzystaniem biokomponentów pochodzących z innych krajów. Również oferowanie biopaliw po cenach niższych od cen innych paliw nie spowodowało wzrostu popytu. Od 2012 r. nastąpił systematyczny spadek krajowego wykorzystania biopaliw. W efekcie zużycie biopaliw zmniejszyło się o 11,8% w stosunku do 2011 r. W latach 2013 i 2014 spadki były kontynuowane i wyniosły odpowiednio 10,2% i 6,8%. Jednocześnie w latach 2005–2013 z tytułu zwolnień z opłaty paliwowej i objęcia ulgami podatkowymi paliw ciekłych z dodatkiem biokomponentów wpływy do budżetu zmniejszyły się o 4916 mln PLN¹³².

Z prognoz wynika, że trend spadkowy zużycia biopaliw w transporcie może się utrzymać, a nawet pogłębiać w kolejnych latach¹³³. Za istotne przyczyny systematycznego spadku zużycia tych paliw można uznać m.in. brak zdecydowanych działań niezbędnych do rozwoju biopaliw II generacji, zastosowany do 2020 r. okres przejściowy sprzedaży benzyn z dodatkiem do 10% i do 5% etanolu, a także niedostateczny poziom rozwoju technologii wytwarzania bioetanolu, którego zużycie od 2010 r. systematycznie zmniejszało się. W 2014 r. zapotrzebowanie na to paliwo było w Polsce o 30,4% mniejsze w porównaniu z 2010 r., podczas gdy zużycie biodiesla w okresie 2010–2014 zmniejszyło się o 20,1%¹³⁴.

131 *Biofuels barometer 2014...*, s. 7–8.

132 Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lipca 2007 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2006 r., M.P. 2007, nr 49, poz. 569, s. 3; Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 12 listopada 2008 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2007 r., M.P. 2008, nr 89, poz. 778, s. 2; stosowanie biopaliw i biokomponentów w transporcie, Informacja o wynikach kontroli, KGP-4101-01-00/2013, NIK, Warszawa 2013, s. 9.

133 *Wykonanie celu OZE 2020. Analiza stanu obecnego i prognoza*, red. Ch. Schnell, Solivan, Warszawa 2016, s. 10–13.

134 *Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 roku*, GUS, Warszawa 2015, s. 35–36, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/> [dostęp 28.12.2015].

Przyjęte do realizacji w latach 2008–2014 w ramach Programu Wieloletniego działania na rzecz ustanowienia stref dla ekologicznego transportu publicznego, wprowadzenia zwolnień z opłat za parkowanie oraz preferencji przy zakupie pojazdów przystosowanych do spalania biopaliw ciekłych i ich stosowania przez administrację rządową nie zostały zrealizowane. Samochody przystosowane do spalania biopaliw ciekłych stanowiły tylko 4,6% ogółu pojazdów, zakupionych w latach 2008–2012 przez administrację rządową.

Niewielkie znaczenie dla rozwoju nowych technologii paliwowych oraz wzrostu zastosowania biopaliw w transporcie samochodowym w Polsce miały również zrealizowane prace naukowo-badawcze. W latach 2008–2013 efektem współfinansowanych kwotą 18,9 mln PLN 39 projektów były tylko 2 zgłoszenia patentowe oraz 5 działań wdrożeniowych. Niewielka była także skuteczność, przeprowadzonych kosztem 461,8 tys. PLN, kampanii informacyjno-edukacyjnych Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), promujących stosowanie odnawialnych źródeł energii w transporcie¹³⁵. Jednocześnie, kierując się zapisami dyrektywy 2015/1513 i Wieloletniego Programu Krajowej Izby Biopaliw (KIB), opracowanego na lata 2008–2020, podejmowane są działania zmierzające do uruchomienia produkcji biopaliw II generacji. Zdaniem KIB, nie ma przeszkód w wytwarzaniu na skalę przemysłową w Polsce biopaliw II generacji¹³⁶. Wdrożenie przepisów pozwalających na wzrost krajowej produkcji biopaliw II generacji przesunięto jednak w wykazie prac legislacyjnych na czwarty kwartał 2016 r.¹³⁷

Obecne problemy rynku biopaliw transportowych UE wynikają nie tylko z konieczności zmniejszenia zdolności produkcyjnych biopaliw I generacji i przechodzenia na biopaliwa II generacji, ale również z importu tańszych biokomponentów i biopaliw, głównie z Argentyny i Indonezji. Od 2010 r. oba te kraje dostarczały bowiem ponad 90% importowane-

135 *Stosowanie biopaliw...*, s. 27.

136 Koalicja na rzecz Biopaliw ws. artykułu „Polska otwiera rynek na biopaliwa drugiej generacji”, <http://www.gospodarz.pl/aktualnosci/paliwa-i-biopaliwa/koalicja-na-rzecz-biopaliw-1.html?p=3> [dostęp 15.12.2015].

137 Ministerstwo Energii w dniu 15 września 2016 r. skierowało do konsultacji publicznych i uzgodnień międzyresortowych projekt nowelizacji ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych w celu wdrożenia do polskiego prawa nowych unijnych przepisów. W projekcie tym założono m.in. obniżenie przyjętego na 2017 r. NCW z 7,8 do 7,1%. Ponadto zaproponowano ustanowienie opłaty zastępczej uiszczanej zamiast realizacji części NCW oraz uruchomienie mechanizmu tzw. podwójnego naliczania umożliwiającego uznanie wkładu biopaliw wyprodukowanych z odpadów za dwukrotnie wyższy w stosunku do rzeczywistego. Zob. więcej: *Projekt ustawy o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, R.M. 15.09.2016, <http://www.me.gov.pl/node/26429> [dostęp 18.09.2016].

go przez UE biodiesla. Sztuczne zaniżanie cen importowanego biodiesla doprowadziło do zamknięcia wielu przedsiębiorstw produkcyjnych lub ograniczenia ich wydajności produkcyjnych, m.in. w Hiszpanii i Francji. Nazwy wielu z tych przedsiębiorstw publikowane były w kolejnych raportach EurObserv'ER. Podobna sytuacja dotyczyła sektora bioetanolu, którego produkcja ograniczona została przez jego import z Brazylii, Indii i Bliskiego Wschodu. Konieczność ochrony przemysłu biopaliwowego w UE doprowadziła ostatecznie do wprowadzenia w 2013 i 2014 r. ceł antydumpingowych na importowane biopaliwa, co spowodowało ponad 3-krotny spadek ich importu w 2014 r. w stosunku do 2013 r.¹³⁸

Wyniki badań w zakresie monitorowania wskazują, że istnieje ujemna korelacja między wzrostem wykorzystania energii odnawialnej a poziomem emisji CO₂. W 2010 r. dzięki temu w transporcie UE uniknięto emisji odpowiadających 22,6 mln t ekwiwalentu CO₂. W kolejnych latach oszczędności te wynosiły 30,9 mln t CO₂, 34,2 mln t CO₂ oraz 36,0 mln t CO₂, a ich źródłem było głównie zastosowanie biopaliw w transporcie samochodowym¹³⁹. Roczne spadki emisji CO₂ w transporcie samochodowym z tytułu wykorzystania biopaliw wynosiły 36,7% w 2011 r., 10,7% w 2012 r. i 5,7% w 2013 r.¹⁴⁰ Ze względu na niski poziom wykorzystania odnawialnych źródeł energii, osiągnięte przez transport redukcje emisji CO₂ były niższe od analogicznych redukcji osiągniętych przez sektory wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Dla porównania, w 2013 r. roczna redukcja emisji CO₂ w sektorze energii elektrycznej wyniosła 75%.

Prognozowanie wykorzystania biopaliw transportowych w krótkiej i średniej perspektywie czasowej jest trudnym zadaniem z uwagi na konieczność sformułowania dużej ilości założeń. Z prognoz EurObserv'ER wynika, że cel zakładający uzyskanie 10% udziału biopaliw transportowych w koszyku paliwowym transportu w 2020 r. nie zostanie zrealizowany. Szacuje się, że udział ten osiągnie poziom ok. 8%. Trudno jest jednak określić ekwiwalent energii tych biopaliw bez wiedzy, jakie mnożniki zostaną zastosowane dla poszczególnych surowców wykorzystywanych w ich produkcji. Jednocześnie duży stopień niepewności związany jest z rozwojem biopaliw II i III generacji, które mają zastąpić ich I generację. Szacunki rozwoju rynku biopaliw transportowych w perspektywie czasowej do 2030 r. stają się więc jeszcze trudniejsze i zależeć będą od celów wskaźnikowych zdefiniowanych na szczeblu krajowym.

138 European Sustainable Biofuels Forum, http://www.sustainablebiofuelsforum.eu/images/ESBF_EU_Biofuels_Imports.pdf [dostęp 15.11.2015].

139 *Renewable energy...*, s. 207–208.

140 Wyniki te dotyczą bezpośredniej redukcji emisji CO₂, a więc nie obejmują emisji związanych z pośrednią zmianą użytkowania gruntów.

4.4.2. Rynek paliw gazowych CNG i LNG

Istotny kierunek działań w zakresie substytucji benzyny i oleju napędowego w transporcie samochodowym stanowi wykorzystanie gazu ziemnego, które uwarunkowane jest zarówno czynnikami ekonomicznymi i ekologicznymi, jak również (a może przede wszystkim) czynnikami politycznymi i technicznymi. Większość światowych zasobów gazu ziemnego zlokalizowana jest bowiem na terenach państw niestabilnych politycznie, chociaż zasoby te są bardziej rozproszone niż zasoby ropy naftowej. Bezpieczeństwu i dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do UE sprzyjają nowe konwencjonalne i niekonwencjonalne akumulacje tego surowca. Z punktu widzenia UE szczególnie istotne są nowe znaczące zasoby gazu konwencjonalnego, odkryte we wschodniej części basenu Morza Śródziemnego. Mimo wyraźnego spowolnienia w ostatnich latach prac zmierzających do wykorzystania gazu łupkowego, zasoby tego gazu w UE stanowią duży potencjał dla poprawy bezpieczeństwa i zwiększenia dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego państw członkowskich UE. Prawdopodobieństwo wykorzystania tego potencjału wzrasta w związku z postępem technologicznym umożliwiającym coraz tańsze pozyskanie gazu łupkowego i bez uszczerbku dla środowiska przyrodniczego.

Dostawy gazu LNG stanowią coraz większe znaczenie dla państw członkowskich UE. Choć cena tego gazu jest generalnie wyższa niż gazu ziemnego w tradycyjnej postaci, co wynika z kosztów jego skraplania, transportu, regazyfikacji, magazynowania i utrzymania terminali LNG, może on być konkurencyjny cenowo w stosunku do dostaw gazu rurociągami. Konkurencyjność ta wynika chociażby z analiz przeprowadzonych przez ekspertów spółki Polskie LNG¹⁴¹. Jest ona także możliwa w przypadku zastosowania innowacyjnych metod dostaw tego surowca¹⁴². Możli-

141 Z analiz tych wynika, że w odniesieniu do każdego kierunku dostaw ceny surowca importowanego gazociągami są wyższe od średniej ważonej ceny LNG. Różnice te mogą wynosić nawet ponad 50% na korzyść LNG. Zob. więcej: *Przegląd sejmowy CAEWSE: terminal LNG (nie)zagrożony*, Centrum Analiz Energetycznych, Kraków 2012, s. 11.

142 Obok konwencjonalnej technologii dostaw LNG za pomocą gazowców istnieją obecnie innowacyjne metody dostaw tego surowca drogą morską. Technologie dostaw regazyfikowanego na metanowcu LNG oraz regazyfikacji na jednostce pływającej z magazynem i z regazyfikacją LNG (ang. *Floating Storage Regasification Unit*, FSRU) są mniej kapitałochłonne, szybsze do wdrożenia i bardziej przyjazne dla środowiska niż tradycyjne dostawy gazowcami. Jednak ze względu na kryterium opłacalności, ilości dostarczanego gazu czy odległości transportowych technologie te nie stanowią konkurencji dla konwencjonalnych dostaw LNG gazowcami. Posiadają one na ogół charakter komplementarny. Za stosunkowo nową uznaje się technologię transportu morskiego sprężonego gazu ziem-

liwość ta jest także realna w sytuacji spadku światowych cen gazu LNG, który stał się faktem w 2015 r. ze względu na spadek cen ropy naftowej. Na spadku cen gazu LNG najbardziej ucierpiała atrakcyjność azjatyckich rynków zbytu, zyskały za to rynki europejskie¹⁴³. W konsekwencji, np. w marcu 2015 r., ceny płacone za gaz LNG przez odbiorców w UE stały się konkurencyjne w stosunku do cen gazu, importowanego do UE rurociągami z Rosji¹⁴⁴. Według Gazpromu średnia cena gazu LNG dla Europy w I półroczu 2015 r. kształtowała się bowiem w przedziale 240–245 USD/1000 m³.

W perspektywie średniookresowej spadkowi światowych cen gazu LNG sprzyjać powinna nowa zmiana strategii energetycznej Japonii, która w 2014 r. była największym importerem tego gazu na świecie, odpowiadając za ponad 36% globalnego importu gazu LNG. Po katastrofie w Fukushima Japonia wraca bowiem do wykorzystania energii jądrowej, co ma spowodować spadek udziału gazu w koszyku paliwowym z 43,2% w 2013 r. do 27% w 2030 r.¹⁴⁵

W odniesieniu do transportu samochodowego dostępność i położenie geograficzne punktów załadunkowych tankowców transportujących gaz LNG mają zasadnicze znaczenie dla rozwoju niskoemisyjnej mobilności opartej na tym gazie. Ważny jest również właściwy system dystrybucji między obiektami magazynowymi a punktami uzupełniania gazu LNG¹⁴⁶.

W projekcie strategii rozwoju rynku LNG oraz magazynów gazu ziemnego UE wskazano na duże zdolności importowe terminali LNG UE. W 2014 r. wynosiły ona 197 mld m³, przy czym tylko ok. 1/4 tych zdolności była wykorzystana. Terminale LNG zlokalizowane są głównie w północno-zachodniej części Europy, tj. w Hiszpanii, Portugalii, Francji oraz Wielkiej Brytanii. Jednocześnie znaczna część państw unijnych nie ma bezpośredniej możliwości importu LNG i jest uzależniona od jednego dostawcy. Jedną z przyczyn tego stanu jest brak gazociągów transgranicznych (tzw. interkonektorów) zdolnych przesyłać gaz w kierunku Europy Centralnej, dostarczony do terminali LNG, zlokalizowa-

nego. Zob. więcej: A.J. Piwowarski, S. Rychlicki, *Nowe technologie dostaw gazu ziemnego elementem jego dywersyfikacji*, „Wiertnictwo Nafta Gaz” 2010, t. 27, z. 1–2, s. 338.

143 W. Krzyczkowski, *Eksport LNG pod coraz silniejszą presją spadających cen*, www.wysokinapiecie.pl [dostęp 13.10.2015].

144 R. Zajdler, *Znaczne spadki cen LNG w marcu 2015 r.*, CIRE [dostęp 10.03.2015].

145 W. Jakóbiak, *Transport może wesprzeć rozwój polskiego gazoportu*, <http://www.cire.pl/> [dostęp 28.07.2015].

146 U. Motowidlak, *Zrównoważona strategia Unii Europejskiej w zakresie infrastruktury paliw alternatywnych*, „Zeszyty Naukowe Nr 842 Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki” 2014, nr 27, s. 146.

nych w wymienionych państwach. Z perspektywy Polski istotny element w zakresie dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego stanowi terminal LNG w Świnoujściu. Stwarza on dostęp do globalnego rynku LNG oraz stanowi potencjalne źródło dostaw gazu dla innych krajów Europy Środkowo-Wschodniej i państw bałtyckich. Jego zdolność regazyfikacyjna wynosi 5,0 mld m³/rok, z możliwością rozbudowy do 7,5 mld m³/rok. Koszt budowy terminalu w Świnoujściu osiągnął poziom 3,04 mld PLN.

Rozwój rynku LNG, mimo wysokich kosztów budowy terminali i gazowców, stwarza możliwość realizacji dostaw gazu z różnych regionów świata¹⁴⁷. Ponadto wzrost liczby dostawców gazu LNG będzie sprzyjał większej konkurencyjności i płynności rynku gazu ziemnego i może się przyczynić do uzyskania przez państwa członkowskie UE korzystnych cen dostaw tego surowca¹⁴⁸. W Polsce na wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny przygotowano się poprzez rozbudowę sieci przesyłowej i dystrybucyjnej oraz zwiększenie pojemności podziemnych magazynów¹⁴⁹. W wyniku zrealizowanych w tym zakresie inwestycji krajowych w 2014 r. przybyło 310 km sieci przesyłowej oraz 2,3 tys. km sieci dystrybucyjnej, zaś podziemne magazyny gazu osiągnęły całkowitą pojemność wynoszącą 2,7 mld m³. Szacuje się, że do końca 2021 r. pojemność tych magazynów wzrośnie do 4,9 mld m³, co przyczyni się do dalszej poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw w Polsce. W perspektywie czasowej do

147 Dostawy gazu LNG są zazwyczaj droższe od dostaw gazu rurociągami. Koszt budowy terminalu Gorgon Project w Australii, tj. jednego z największych na świecie terminali LNG, ma wynieść ok. 54 mld USD. Terminal ten, o zdolności skraplania 21 mld m³ gazu rocznie, ma zostać oddany do użytkowania w 2016 r. W 2018 r. ma być gotowy terminal LNG Corpus Christi w USA, który będzie kosztował ok. 12 mld USD, a jego możliwości eksportowe przekroczą 18 mld m³ gazu/rok. Natomiast terminal LNG Constatna w Rumunii ma kosztować ponad 4,5 mld EUR. Kosztowna jest również budowa gazowców. Największy na świecie i najnowocześniejszy zarazem pływający terminal LNG „Prelude”, wyprodukowany dla koncernu Shell, kosztował między 10,8 a 12,6 mld USD. Tymczasem np. pierwsze dwie nitki Gazociągu Północnego łączącego Rosję z Niemcami kosztowały około 8,5 mld EUR, a koszt jego rozbudowy ma wynieść 9,9 mld EUR. Za: <http://wgospodarce.pl/informacje/20532-megaprojekt-w-swinoujściu> [dostęp 18.12.2015].

148 Zob. więcej: S. Szurlej, M. Ruszel, T. Olkusi, *Czy gaz ziemny będzie paliwem konkurencyjnym?*, „Rynek Energii” 2015, nr 5(120), s. 23; D. Klimczak, *Globalny handel LNG*, „Energetyka” 2015, nr 2, s. 97–100.

149 Zużycie gazu ziemnego w Polsce w 2014 r. wynosiło 16,3 mld m³ i w stosunku do 2013 r. zmniejszyło się o 2%. W latach 1995–2014 zużycie gazu ziemnego w Polsce zwiększało się średnio o 2,3% rocznie. Zob. więcej: *BP Statistical Review of World Energy June 2015*, s. 23; <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> [dostęp 15.12.2015].

2023 r. planowana jest budowa ok. 3 tys. km sieci przesyłowej¹⁵⁰. Oddano do użytku także transgraniczne połączenie gazowe z Niemcami w Lasowie o przepustowości 1,5 mld m³ gazu rocznie oraz połączenie Moravia z Czechami o przepustowości 0,5 mld m³ gazu rocznie. Planowana jest budowa interkonektorów gazowych, łączących polski system gazowy z systemem litewskim (planuje się budowę interkonektora o przepustowości 1,0 mld m³ gazu rocznie)¹⁵¹ i słowackim (planuje się budowę interkonektora o przepustowości 1,0–3,5 mld m³ gazu rocznie)¹⁵².

Obecnie gaz ziemny jest czystsza w stosunku do paliw ropopochodnych dostępną alternatywą, która może przyczynić się do redukcji emisji CO₂ w transporcie samochodowym o 10–15% w 2030 r. W średniej perspektywie czasowej gaz stanie się najprawdopodobniej drugim (po biopaliwach) paliwem alternatywnym, które pod względem ekonomiki podaży będzie mogło konkurować z benzyną i olejem napędowym. Ponadto nie można wykluczyć, iż zmniejszy się zapotrzebowanie na gaz w energetyce, co może zwiększyć jego atrakcyjność cenową dla transportu samochodowego. Wspierany systemowo rozwój odnawialnych źródeł energii spowoduje bowiem utratę konkurencyjności gazowych jednostek wytwórczych. Jednak jednostki te będą potrzebne w systemie ze względu na swoją elastyczność i wynikającą stąd możliwość rezerwowania jednostek odnawialnych.

Prognozy opracowane przez Agencję ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ang. Agency for Cooperation of Energy Regulators, ACER) wskazują na duży potencjał wykorzystania technologii gazowych w transporcie samochodowym w kolejnej dekadzie przy zapewnieniu odpowiednich warunków ich rozwoju. Ze scenariuszy wykorzystania gazu ziemnego w transporcie samochodowym wynika, że w 2025 r. konsumpcja gazu CNG może osiągnąć poziom 23,9 mld m³, stanowiąc 7,5% całkowitego zużycia paliw przez ten transport. Natomiast zapotrzebowanie na gaz LNG może wynosić 34,5 mld m³ i odpowiadać za 20,0% potrzeb energetycznych transportu samochodowego ogółem w 2025 r.¹⁵³ Potencjalnie wysoki udział gazu ziemnego w koszyku paliw transportowych w kolejnej dekadzie wymaga wsparcia procesu budowy dojrzałego rynku technologii gazowych.

150 *Sprawozdanie Ministra Gospodarki z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw paliw gazowych za okres od dnia 1 stycznia 2014 r. do dnia 31 grudnia 2014 r.*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015, s. 43, 51.

151 *Podpisano porozumienie ws. finansowania połączenia gazowego między Polską i Litwą*, www.cire.pl [dostęp 15.10.2015].

152 A. Matkowski, A. Kielbik, *Sąsiedzkie połączenia gazowe z systemami gazowniczymi krajów otaczających – interkonektory*, Gazprojekt, Warszawa luty 2011, gazprojekt.pl/p/polaczenia_miedzykrajowe.pdf [dostęp 05.12.2014].

153 *Regulatory Implications of new developments in the gas supply chain*, Final Report, ACER, 2014, s. 81.

Wsparcie to jest istotne chociażby z tego względu, iż w 2013 r. gaz LNG zaspokajał zaledwie 0,5% potrzeb energetycznych transportu samochodowego UE. Konieczne działania powinny się koncentrować na określeniu właściwej polityki podatkowej, wypracowaniu kolejnych rozwiązań w zakresie wytwarzania pojazdów zasilanych gazami LNG i CNG, tj. pojazdów NGV (ang. *Natural Gas Vehicles*) oraz rozwoju punktów tankowania tych gazów.

Strategia UE w zakresie zwiększenia wykorzystania paliw gazowych w transporcie samochodowym na najbliższe lata jest bardzo ambitna. Zakłada ona rozwój stacji uzupełniania gazów CNG i LNG dla pojazdów transportu samochodowego, co ma przyczynić się do dyfuzji rynkowej tych pojazdów. Maksymalna odległość między tymi stacjami wzdłuż sieci bazowej TEN-T do 2020 r. ma wynosić maksymalnie 150 km dla stacji tankowania gazu CNG i 400 km dla stacji tankowania gazu LNG. Realizacja tych celów będzie w dużej mierze zależeć od działań podejmowanych przez te państwa członkowskie UE, w których rozwój rynku NGV jest na stosunkowo wczesnym etapie.

Zgodnie z danymi stowarzyszenia użytkowników pojazdów zasilanych gazem ziemnym (ang. *Natural Gas Vehicles Association*, NGVA) w 2014 r. w UE było ok. 1,15 mln pojazdów samochodowych napędzanych gazem CNG. Sieć stacji tankowania sprężonego paliwa gazowego obejmowała 3280 punktów, w tym 2619 stanowiły stacje publiczne. W 2014 r. najbardziej rozwinięte rynki pojazdów NGV funkcjonowały we Włoszech, Niemczech, w Bułgarii i Szwecji. Rynki tych krajów obejmowały bowiem ok. 95% ogółu tych pojazdów oraz prawie 70% stacji tankowania CNG w UE (tabela 32).

Tabela 32. Największe rynki pojazdów zasilanych gazem ziemnym (NGV) w UE i rynek Polski w 2014 r.

Kraj	Liczba pojazdów NGV		Liczba stacji CNG		Liczba poj. NGV/1 stacja CNG
	ogółem	LDV	ogółem	publiczne	
Włochy	885 300	880 000	1 040	990	851
Niemcy	98 172	95 708	920	840	107
Bułgaria	61 320	61 000	110	108	558
Szwecja	46 715	43 795	205	147	224
Udział w rynku NGV UE (w %)	95	96	69	80	–
Polska	3 600	3 050	86	26	42

Źródło: opracowano na podstawie NGVA Europe 2015, <http://www.ngvaeurope.eu/european-ngv-statistics> [dostęp 27.12.2015].

Tradycja napędów NGV we Włoszech sięga czasów przedwojennych i związana jest z odkryciem złóż gazu ziemnego¹⁵⁴. Duża różnica w opodatkowaniu paliw ropopochodnych i gazu CNG oraz odpowiednia polityka cen pojazdów samochodowych napędzanych gazem CNG przyczyniły się do rozwoju parku tych pojazdów w tym kraju. W 2014 r. liczba pojazdów napędzanych gazem CNG wynosiła bowiem 885,3 tys., zaś ich udział w rynku pojazdów samochodowych ogółem we Włoszech – 2,2%. Ponad 99% parku tych pojazdów stanowiły lekkie pojazdy dostawcze i użytkowe. Cena gazu CNG, tj. paliwa szczególnie predysponowanego do zasilania pojazdów służb miejskich i autobusów miejskich, stanowiła w 2014 r. 36% ceny ekwiwalentu benzyny.

Dynamiczny rozwój technologii pojazdów zasilanych gazem ziemnym (NGV) we Włoszech, wspierany przez krajowych producentów samochodów oraz przez władze rządowe, przyczynił się do rozbudowy wzdłuż autostrad publiczno-prywatnych sieci stacji sprężania gazu. W 2014 r. Włochy dysponowały 1040 stacjami tankowania gazu CNG, przy czym 990 z nich miało charakter publiczny. Do dynamicznego rozwoju rynku NGV oraz efektywnego wykorzystania infrastruktury we Włoszech przyczyniła się strategia typu „ciągnij”¹⁵⁵. W 2014 r. w kraju tym na jedną stację tankowania gazu CNG przypadało 851 pojazdów napędzanych tym paliwem, podczas gdy w 2009 r. było to 829. Rozwój rynku NGV we Włoszech w kolejnych latach ma stymulować dalsza rozbudowa publiczno-prywatnych oraz multipaliwowych stacji oferujących gaz CNG i biogaz. Ponadto dużych szans na kontynuowanie tego rozwoju upatruje się we wdrożeniu innowacji obejmujących budowę i zarządzanie parkiem pojazdów NGV¹⁵⁶.

Drugim krajem pod względem rozwoju rynku NGV są Niemcy, gdzie głównym czynnikiem stymulującym wzrost wykorzystania gazu CNG jako paliwa w transporcie samochodowym były względy ekologiczne. Rozwój rynku NGV w Niemczech rozpoczął się od budowy infrastruktury dystrybucyjnej, w skład której w 2014 r. wchodziło 840 publicznych stacji sprężania oraz 80 stacji prywatnych. W 2014 r. obsługiwały one 98,2 tys. pojazdów napędzanych gazem CNG. Rozwój rynku NGV, realizowany na podstawie strategii typu „pchać”, spowodował niski stopień wykorzystania stacji tankowania gazu CNG. W 2014 r. na jedną stację CNG przypadało bowiem 107 pojazdów. Efektywność ta była jednak wyższa

154 J. Balcewicz, *W Polsce spada liczba stacji tankowania CNG*, „Energia Gigawat” 2014, nr 1–2, s. 4.

155 Strategia „pchać” (*push*) występuje, gdy napełniamy rynek nie patrząc na jego zapotrzebowanie. Natomiast „ciągnij” (*pull*) występuje gdy reagujemy na popyt. Za: <http://www.logistyka.net.pl/slownik/main> [dostęp 18.09.2016].

156 K. Kwaśniewski, J. Sas, *Bariery rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego do napędu pojazdów w Polsce*, „Wiertnictwo Nafta Gaz” 2009, t. 26, z. 3, s. 530.

niż w 2009 r., kiedy jedna stacja obsługiwała średnio 98 pojazdów. Zgodnie z długofalową strategią energetyczną rozwój technologii gazowych dla transportu samochodowego w Niemczech ma być kontynuowany¹⁵⁷. Paliwa metanowe (LNG i CNG) mają stanowić pomost, który umożliwi sprawne przejście w transporcie z paliw ropopochodnych na wodór wskazywany jako paliwo przyszłości.

Trzecią pozycję w 2014 r. w europejskim zestawieniu krajów wykorzystujących gaz CNG do napędu pojazdów zajmowała Bułgaria z liczbą 61,3 tys. pojazdów NGV i siecią obejmującą 110 stacji tankowania tego gazu. W 2014 r. w kraju tym jedna stacja tankowania gazu CNG obsługiwała średnio 558 pojazdów NGV. Z danych liczbowych bazy Enerdata wynika, że ponad 2% całkowitej konsumpcji paliw w transporcie samochodowym w Bułgarii stanowił gaz CNG.

W rozwój technologii gazowych dla transportu samochodowego zaangażowana jest także Szwecja. Oprócz właściwej polityki podatkowej wspierającej zakup pojazdów i paliw gazowych, kraj ten subsyduje budowę instalacji niezbędnych do produkcji biogazu. Wytwarzany z odpadów biogaz, po procesie uszlachetnienia do parametrów jakości gazu ziemnego, wykorzystywany jest jako paliwo do zasilania autobusów i pojazdów służb miejskich. W 2013 r. zużycie biogazu w transporcie samochodowym osiągnęło w tym kraju poziom 99,5 mln m³. Warto podkreślić, iż biogaz jako biopaliwo objęty był w 99% certyfikacją. Konsekwentnie realizowane przez Szwecję działania w zakresie ochrony środowiska i poprawy bezpieczeństwa energetycznego przyczyniły się do rozwoju infrastruktury dystrybucyjnej dla paliw gazowych. W 2014 r. na terenie Szwecji funkcjonowało łącznie 209 stacji tankowania CNG oraz stacji L-CNG, na których można było zatankować gaz ziemny w postaci skroplonej (LNG) lub sprężonej (CNG). Prawie 30% z tych stacji miało charakter prywatny. Stopień wykorzystania stacji NGV w Szwecji był wyższy niż w Niemczech. W 2014 r. na jedną z nich przypadało bowiem średnio 224 pojazdów NGV.

Małe zapotrzebowanie na gaz CNG w transporcie samochodowym oraz niewielki odsetek przedsiębiorców zainteresowanych inwestowaniem w pojazdy zasilane tym gazem przyczyniły się do niskiego dotychczas poziomu rozwoju rynku NGV w Polsce. Na wzrost zainteresowania gazem CNG nie wpłynęły oszczędności cenowe uzyskane z tytułu jego stosowania, co było możliwe w okresach wysokich nożyc cenowych ON/CNG. Można to tłumaczyć m.in. dobrze rozwiniętym rynkiem LPG, wykreowanym przez politykę cenową prowadzoną przez rafinerie i rozwój

157 *Die Herausforderung der Mobilität*, Deutsche Energie-Agentur GmbH, ngvglobal.com [dostęp 22.09.2014].

powszechnie dostępnej sieci stacji dystrybucji tego paliwa. W efekcie, zgodnie z danymi przedstawionymi przez NGVA Europe, w 2014 r. w Polsce funkcjonowało 86 stacji tankowania gazu CNG, z czego dostępnych publicznie było 26 stacji¹⁵⁸. Zdecydowana większość tych stacji należała do Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa (PGNiG S.A.). Część z nich zlokalizowana była na terenie zakładów komunikacji publicznej i funkcjonowała na zasadzie porozumienia między PGNiG S.A. a tymi zakładami. W 2014 r. w Polsce użytkowanych było 3600 pojazdów zasilanych gazem CNG. Zdecydowaną większość tych pojazdów, obejmującą 3050 sztuk, stanowiły samochody osobowe i lekkie pojazdy użytkowe. Napęd CNG wykorzystywany był ponadto w 400 autobusach i 150 pojazdach ciężarowych¹⁵⁹. Pojazdy zasilane gazem CNG stanowiły w 2014 r. tylko 0,02% ogółu pojazdów samochodowych w Polsce.

Odbiorców gazu CNG w Polsce można podzielić na cztery grupy, tj. przedsiębiorstwa komunikacji publicznej, przedsiębiorstwa będące właścicielami pojazdów zasilanych gazem ziemnym, PGNiG S.A. oraz odbiorcy indywidualni. Te dwie pierwsze grupy odbiorców uznawane są za najbardziej perspektywiczne z punktu widzenia rozwoju krajowego rynku NGV. W 2015 r. najwięcej autobusów miejskich zasilanych gazem CNG eksploatowanych było przez MPK Rzeszów i PKM Tychy. Pierwsze z tych przedsiębiorstw posiadało w swoim taborze 70 autobusów zasilanych gazem CNG, co stanowiło 1/3 ogółu użytkowanych przez nie autobusów. Drugie natomiast zwiększyło swój tabor zasilany CNG do 67 autobusów, przekazując do eksploatacji 36 nowych tego typu pojazdów¹⁶⁰. W rozwój rynku NGV w Polsce aktywnie włączyły się również MPK Częstochowa. Konsekwencją zakupu przez to przedsiębiorstwo komunikacyjne 40 autobusów gazowo-elektrycznych było rozpiśnięcie przetargu na budowę stacji do tankowania gazu CNG¹⁶¹.

Liczne analizy dotyczące realizacji koncepcji rozwoju NGV w Polsce prowadzone z perspektywy dostawcy gazu ziemnego potwierdzają, iż koncepcja ta nie przyniosła zamierzonych efektów. Mimo, że od wielu

158 Według danych specjalistycznego portalu cng.auto.pl na terenie Polski w 2014 r. znajdowało się 25 publicznie dostępnych stacji tankowania CNG. W 2015 r. ich liczba zwiększyła się do 26.

159 *NGVs and refuelling stations in Europe*, <http://www.ngvaeurope.eu/> [dostęp 05.01.2016].

160 *Tychy. 36 nowych autobusów na gaz CNG*, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/tychy-36-nowych-autobusow-na-gaz-cng-49899.html> [dostęp 02.07.2015].

161 Środki na zakup autobusów w całości pochodziły z dotacji pozyskanej z programu Gazella, finansowanego przez rząd Hiszpanii, <http://www.komunikaty.pl/> [dostęp 12.02.2015].

lat gaz CNG zwolniony jest z taryfowania, jego udział w sprzedaży paliw w transporcie samochodowym był minimalny. Jak wskazują dane Enerdata, w 2012 r. zużycie gazu CNG w Polsce stanowiło 0,1% całkowitego zużycia paliw przez środki transportu samochodowego. W opinii PGNiG S.A. jednym z istotnych hamulców rozwoju rynku NGV w Polsce było wprowadzenie od 1 listopada 2013 r. znacznej stawki akcyzowej na gaz CNG¹⁶². Występujące aktualnie różnice pomiędzy cenami gazu CNG i paliw ropopochodnych w naszym kraju powodują spadek zainteresowania stosowaniem paliw gazowych w transporcie samochodowym. W dniu 6 stycznia 2016 r. średnia cena CNG w Polsce wynosiła 3,05 PLN/m³¹⁶³, średnia cena benzyny E95 – 4,18 PLN/l, oleju napędowego – 4,03 PLN/l, zaś gazu płynnego LPG – 1,98 PLN/l¹⁶⁴.

Brak rentowności eksploatowanych przez MPK Rzeszów autobusów napędzanych gazem CNG spowodował podjęcie rozmów z PGNiG S.A. w sprawie obniżenia ceny tego paliwa. Uzyskany przez to przedsiębiorstwo komunikacyjne we wrześniu 2015 r. stały rabat od tzw. stawki bazowej w wysokości 6% pozwoli zmniejszyć jego koszty zakupu o ok. 260 tys. PLN rocznie.

W przypadku pojazdów osobowych i dostawczych różnice między cenami gazu CNG i paliw ropopochodnych przesądzają o efektywności stosowania gazu ziemnego jako paliwa napędowego. Natomiast efektywność ekonomiczna autobusów zasilanych gazem CNG uwarunkowana jest dodatkowo skalą przedsięwzięcia oraz zastosowanymi rozwiązaniami technicznymi. W konsekwencji braku szkoleń kierowców czy niewłaściwie zastosowanych rozwiązań technicznych spalanie gazu CNG może być bowiem nawet o ok. 60% wyższe w stosunku do oleju napędowego¹⁶⁵.

Koszty użytkowania samochodów napędzanych gazem CNG można obniżyć. Za pomocą specjalnych kompresorów można bowiem zatankować pojazd, wykorzystując publiczne linie przesyłowe gazu ziemnego. Jednak zakup kompresora oznacza wydatek rzędu nawet 16 tys. PLN. Ponadto zatankowanie butli może potrwać kilka godzin (w zależności od kompresora), podczas gdy na stacjach komercyjnych wynosi ono zaledwie 3–4 min¹⁶⁶.

Technologia wytwarzania pojazdów napędzanych gazem CNG jest dojrziała. Oferowane na rynku NGV pojazdy są jednak wciąż droższe

162 Z dniem 1 listopada 2013 r. 1 m³ sprężonego gazu ziemnego został obłożony akcyzą w wysokości 40 gr, co spowodowało wzrost ceny do 49 gr. Za: <https://cng.auto.pl/forum/akcyza-a-cng-t1360.html> [dostęp 15.02.2015].

163 Obliczono na podstawie danych pochodzących z portalu <https://cng.auto.pl/cena-cng-w-polsce/> [dostęp 06.01.2016].

164 http://nafta.wnp.pl/ceny_paliw/ [dostęp 06.01.2016].

165 K. Kwaśniewski, J. Sas, *Bariery...*, s. 533.

166 J. Balcewicz, *W Polsce...*, s. 5.

w stosunku do modeli z napędem konwencjonalnym. Zakup samochodów osobowych z fabryczną instalacją CNG wiąże się z koniecznością poniesienia dodatkowych kosztów w wysokości 1–3 tys. EUR. W przypadku autobusów i samochodów ciężarowych koszty te mogą wzrosnąć nawet o 25–35 tys. EUR. Natomiast koszt konwersji samochodu z napędem konwencjonalnym na napęd CNG szacowany jest na ok. 1 tys. EUR, stąd w przypadku Polski większą popularność zyskał zdecydowanie tańszy montaż instalacji LPG.

Możliwości wykorzystania pojazdów ciężarowych i dostawczych, dla których przede wszystkim dedykowany jest gaz CNG jako paliwo transportowe, uwarunkowane są koniecznością swobodnego dostępu do publicznych stacji sprężania gazu. Większość bowiem tych pojazdów nie posiada dodatkowego zbiornika na benzynę lub jego pojemność jest bardzo ograniczona. W zależności od modelu pojazdu ich zasięg przemieszczania się przy założeniu pełnych butli wynosi od 180 do 300 km. Bardziej uniwersalne w zakresie przemieszczania się są samochody osobowe. Pojazdy wyposażone w dodatkowy zbiornik na benzynę mogą być stosowane w rejonach nieposiadających punktów tankowania gazu CNG.

Według szacunków DG MOVE koszt budowy komercyjnej stacji sprężania CNG dla aut może wynosić 300 tys. EUR, zaś dla autobusów nawet ok. 1 mln EUR¹⁶⁷. Mimo to rozwój rynku NGV we Włoszech lub Niemczech potwierdza zasadność rozbudowy sieci stacji sprężania CNG w celu osiągnięcia „masy krytycznej”. Zdaniem prezesa Fundacji Green Fuel, w Polsce stacje te powinny być budowane nie tylko wzdłuż sieci drogowej TEN-T, ale również w aglomeracjach miejskich. Powołując się na raport ekspertów Sustainable Transport Forum, podkreślił on, że brak infrastruktury tankowania dla paliw alternatywnych poważnie utrudnia rozwój branż związanych z tymi paliwami¹⁶⁸.

Brak wsparcia rozwoju krajowego rynku NGV w zakresie rozbudowy punktów tankowania to bardzo istotna, ale nie jedyna bariera szerszego zastosowania napędu CNG w transporcie samochodowym w Polsce. Badania ankietowe przeprowadzone wśród przedstawicieli branży paliw gazowych przez Ministerstwo Gospodarki oraz opinie użytkowników pojazdów NGV zebrane przez Fundację Green Fuel pozwoliły na identyfikację szeregu barier ekonomicznych, techniczno-infrastrukturalnych, prawno-administracyjnych oraz mentalnych w zakresie rozwoju tego rynku (tabela 33)¹⁶⁹.

167 *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union*, Final report, DG Move, COWI, 2015, s. 81.

168 B. Kamiński, *Szanse i zagrożenia rynku CNG/LNGM*, „Paliwa Płynne” 2015, nr 11, s. 19.

169 Zaprezentowane w tabeli 33 i 36 informacje pozyskano w wyniku wywiadu skategoryzowanego, który przeprowadzono z przedstawicielem Ministerstwa Gospo-

Tabela 33. Bariery wykorzystania gazu ziemnego w transporcie samochodowym w Polsce

Bariery	Wyszczególnienie
Ekonomiczne	Wysoka stawka podatku akcyzowego Wysokie opłaty za wymagane badania techniczne Brak zachęt finansowych i zwolnień podatkowych dla użytkowników pojazdów zasilanych gazami CNG i LNG Wysoki koszt budowy stacji tankowania oraz zakupu nowych pojazdów zasilanych gazem CNG
Techniczno-infrastrukturalne	Brak stacji tankowania gazu CNG i zaplecza technicznego Niewystarczający poziom wiedzy i doświadczenia w zakresie użytkowania pojazdów NGV Ograniczone możliwości dotyczące ciśnienia gazu
Prawno-administracyjne	Brak uregulowań prawnych w zakresie lokalizacji i użytkowania stacji tankowania gazów CNG i LNG Zakaz samodzielnego tankowania gazu CNG przez użytkowników pojazdów Brak przepisów wykonawczych dotyczących kontroli urządzeń metrologicznych na stacjach tankowania gazu CNG Brak przepisów wykonawczych dla badań jakościowych gazu LNG Brak przepisów dla przydomowych stacji tankowania pojazdów NGV Brak zarezerwowanych pasów drogowych i wolnych od opłat parkingów
Mentalne	Przywiązanie do tradycyjnych form zasilania pojazdów Brak kampanii społecznych promujących paliwa gazowe CNG i LNG

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów pozyskanych w trakcie wywiadu w Ministerstwie Gospodarki, Departament Ropy i Gazu, Warszawa, 23 kwietnia 2015.

Bariery ekonomiczne dotyczyły głównie kwestii podatkowych. Na podstawie badań ankietowych i opinii użytkowników pojazdów NGV stwierdzono ogólny brak zachęt ekonomicznych i działań pobudzających popyt oraz podaż na rynku NGV. Wśród działań mogących stymulować rozwój tego rynku wskazano m.in. na potrzebę zniesienia akcyzy i opłat za przegląd zbiorników gazu CNG i wprowadzenia zachęt podatkowych przy zakupie pojazdów NGV. Ponadto zwrócono uwagę na wysoki koszt budowy stacji tankowania. Bariery techniczno-infrastrukturalne dotyczyły głównie braku zaplecza infrastrukturalnego, technicznego, limitów

darki, Departament Ropy i Gazu w kwietniu 2015 r. Był to wywiad jawny. Pytania dotyczące oceny stanu rozwoju rynku paliw alternatywnych w Polsce zostały przesłane do właściwego Departamentu w Ministerstwie Gospodarki, co pozwoliło na wskazanie kompetentnego przedstawiciela Departamentu Ropy i Gazu. Wywiad ukierunkowano na uzyskanie informacji niezbędnych do oceny działań w zakresie transpozycji do ustawodawstwa polskiego przepisów dyrektywy nr 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Jednocześnie wywiad umożliwił weryfikację dostępnych informacji dotyczących głównych barier rozwoju rynku paliw alternatywnych w Polsce.

przesyłu, a także ograniczonych możliwości w zakresie zapewnienia odpowiedniego ciśnienia gazu. Do zasadniczych barier prawnych zaliczono brak uregulowań dotyczących lokalizacji i użytkowania stacji CNG i LNG. Zwrócono także uwagę na potrzebę wyznaczenia zarezerwowanych pasów drogowych oraz wolnych od opłat parkingów.

Polska jako państwo członkowskie UE zobowiązana jest na mocy dyrektywy 2014/94/UE do rozbudowy infrastruktury dla paliw alternatywnych. W przypadku naszego kraju rozbudowie tej powinny towarzyszyć kampanie społeczne promujące zastosowanie niskoemisyjnych paliw transportowych. Za istotne należy uznać działania podejmowane przez rząd, zachęcające do korzystania z gazów CNG i LNG w transporcie, a także informujące opinię publiczną o ich dostępności oraz skutkach zastosowania. Ze społecznego punktu widzenia wprowadzanie paliw metanowych może prowadzić nie tylko do dalszego rozwoju infrastruktury dla paliw alternatywnych, ale również poprawy warunków zdrowotnych i poziomu życia ludności. Jednak przywiązanie do tradycyjnych form zasilania pojazdów może w istotny sposób ograniczać efektywność tych działań.

Gaz LNG jako paliwo samochodowe wykorzystywane jest przede wszystkim przez pojazdy ciężarowe. Z uwagi na trzykrotnie większą gęstość magazynowanego gazu LNG w porównaniu z gazem CNG, zbiorniki LNG mają mniejsze wymiary i masę. Dzięki tym cechom samochody napędzane gazem LNG mogą pokonywać odległości do 600 km. Cechy te ograniczają tym samym potrzebę budowy kolejnych stacji dystrybucji gazu LNG, których koszt budowy jest wysoki i wynosi 300–400 tys. EUR¹⁷⁰. Technologia wykorzystania gazu LNG jako paliwa w transporcie samochodowym jest jeszcze we wczesnym etapie rozwoju. W 2014 r. w UE zarejestrowanych było ok. 1,5 tys. pojazdów ciężarowych napędzanych tym paliwem. Natomiast sieć stacji dystrybucji LNG tworzyło 35 stacji LNG i 36 stacji L-CNG, zlokalizowanych głównie w Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Włoszech, Holandii, Polsce i Finlandii¹⁷¹.

W 2014 r. najbardziej rozwiniętą infrastrukturę do tankowania gazu LNG posiadała Hiszpania, w której funkcjonowało 10 stacji LNG. Rynek tego kraju uznawany jest za bardzo perspektywiczny w zakresie rozwoju transportu samochodowego zasilanego gazem ziemnym. Rządowe programy wsparcia wykorzystania gazu LNG jako paliwa transportowego przyczyniły się do podwojenia liczby pojazdów ciężarowych napędzanych tym gazem w latach 2008–2014. W 2014 r. w Hiszpanii liczba po-

170 *State of the Art...*, s. 81.

171 NGVs and refuelling stations in Europe, <http://www.ngvaeurope.eu/european-ngv-statistics> [dostęp 04.01.2016]; <https://cng.auto.pl/3502/hispania-stacje-lng/> [dostęp 04.01.2016].

jazdów ciężarowych napędzanych gazem LNG wynosiła 150 sztuk, zaś do 2028 r. ich ilość ma wzrosnąć do ok. 5 tys.¹⁷²

W Polsce promowanie stosowania gazu w postaci LNG przyczyniło się do jego wykorzystania w transporcie miejskim. W październiku 2013 r. w Olsztynie rozpoczęto użytkowanie 11 autobusów napędzanych gazem LNG. Był to pierwszy tego typu projekt w Europie. Drugim miastem europejskim, w którym do napędu autobusów został wykorzystany gaz LNG, była Warszawa. Na zlecenie Miejskich Zakładów Autobusowych w Warszawie w styczniu 2015 r. oddano do użytku 35 miejskich autobusów przegubowych napędzanych gazem LNG. Do tankowania tych pojazdów służą obecnie dwie ruchome stacje LNG. W ramach projektu wprowadzania w Warszawie autobusów miejskich napędzanych LNG firma Gazprom Germania od lutego 2015 r. rozpoczęła budowę stacjonarnej stacji paliw LNG. Stacja, dzięki dodatkowemu modułowi L-CNG, umożliwia jednocześnie korzystanie z CNG¹⁷³. Będzie to pierwszy tego typu obiekt w Europie Środkowo-Wschodniej¹⁷⁴.

Wykorzystanie bezpiecznego i niskoemisyjnego gazu LNG jako alternatywnego paliwa dla transportu samochodowego wymaga odpowiednio rozbudowanej sieci stacji tankowania. Służyć temu ma realizowany od 2013 r. projekt *Niebieski Korytarz* (ang. *Blue Corridor*). Założeniem tego projektu jest budowa czterech korytarzy obejmujących obszar śródziemnomorski i Atlantyku oraz łączących południe Europy z północą i wschodem¹⁷⁵. Zgodnie z tym projektem wzdłuż wytyczonych korytarzy ma zostać wybudowanych łącznie 14 stacji tankowania LNG i L-CNG oraz 100 pojazdów ciężarowych zasilanych gazem LNG. Mapa projektu obejmuje 12 państw członkowskich UE. Niestety, Polska w tym projekcie nie została uwzględniona.

4.4.3. Rozwój elektromobilności

Technologia samochodów z napędem elektrycznym (ang. *Electric Vehicle*, EV) jest obecnie uznawana za przyszłościową alternatywę dla silników spalinowych¹⁷⁶. Potencjalne korzyści wynikające z zastosowania tego

172 T. Olkusi, A. Szurlej, *Rynek gazu w Hiszpanii i perspektywy jego rozwoju*, „Rynek Energii” 2015, nr 3, s. 39.

173 Moduł L-CNG umożliwia wytwarzanie sprężonego gazu ziemnego w wyniku regazyfikacji gazu skroplonego.

174 *Stacje LNG w Polsce*, <https://cng.auto.pl/forum/stacje-lng-f52.html> [dostęp 12.01.2016]; *Druga stacja LNG w Polsce*, <http://www.eprzewoznik.pl/aktualnosci-przewoznikow-firmy/gazpromdruga-stacja-lng-w-polsce/> [dostęp 29.05.2015].

175 LNG Blue Corridors, <http://lngbc.eu/> [dostęp 12.01.2016].

176 W analizie rozwoju elektromobilności skoncentrowano się na samochodach z napędem elektrycznym wyposażonych w dwa źródła zasilania (z możliwością

napędu przyczyniły się do podjęcia działań na rzecz rozwoju elektryfikacji transportu samochodowego w UE. Ogłoszona przez KE w 2010 r. strategia na rzecz ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów spowodowała zintensyfikowanie prac w zakresie opracowania unijnych standardów dla samochodów z napędem elektrycznym. Zgodnie z zapisami tego dokumentu udział samochodów z napędem elektrycznym wyposażonych w dwa źródła zasilania (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*, PHEV) w rynku sprzedaży nowych samochodów ma wzrosnąć z 2% w 2020 r. do 5–20% do 2030 r. Udział samochodów w pełni elektrycznych wyposażonych w akumulatory (ang. *Battery Electric Vehicle*, BEV) na tym rynku ma wynieść 1–2% w 2020 r. i 11–30% w 2030 r.¹⁷⁷

Działania w kierunku wykorzystania samochodów z napędem elektrycznym podjęto zarówno w państwach członkowskich UE, jak również w UE jako całości. Przyjęte przez rządy poszczególnych państw członkowskich UE, głównie państw UE-15, programy rozwoju elektromobilności miały stymulować sprzedaż samochodów z napędem elektrycznym (tabela 34). Zgodnie z obowiązującym od 2011 r. w Wielkiej Brytanii programem *Plug-In Car Grant* nabywcy tych samochodów mogą otrzymać wsparcie finansowe w wysokości 25% ich wartości, jednak nie więcej niż 5 tys. GBP. Podobne zasady wsparcia rozwoju elektromobilności przyjął rząd hiszpański, przy czym kwota tego wsparcia nie może przekroczyć 6 tys. EUR. We Francji w rządowym planie elektryfikacji transportu przewidziano jednorazową dopłatę w wysokości 4–7 tys. EUR do każdego samochodu o ograniczonej do 60 g/km emisji CO₂. W Holandii dopłaty dla kupujących samochody osobowe z napędem elektrycznym wynoszą 5 tys. EUR. Natomiast dopłaty do zakupu taksówek i samochodów dostawczych z napędem elektrycznym ustanowiono na poziomie odpowiednio 10 tys. EUR i 40 tys. EUR. Dofinansowanie do zakupu samochodów z napędem elektrycznym w wysokości 5 tys. EUR wprowadził rząd w Portugalii, jednak od 2013 r. przestało ono obowiązywać. W Danii, z uwagi na bardzo wysoki podatek podnoszący cenę zakupu samochodu, subwencja na zakup pojazdu z napędem elektrycznym wynosiła 40 tys. EUR. Natomiast w Narodowym Planie Rozwoju Elektromobilności przyjętym w 2009 r. rząd niemiecki nie wprowadził dopłat dla nabywców samochodów z napędem elektrycznym.

ładowania akumulatora z sieci elektrycznej) typu PHEV, samochodach z napędem elektrycznym wyposażonych tylko w jedno źródło energii (BEV) oraz samochodach wyposażonych w ogniwa paliwowe (FCV). Pojęcie pojazd z napędem elektrycznym (EV) zarezerwowano dla samochodów typu PHEV i BEV.

177 *Europejska strategia na rzecz ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady i Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, KOM(2010) 186 wersja ostateczna, Bruksela 2010, s. 4.

Tabela 34. Programy wsparcia rozwoju elektromobilności w wybranych państwach członkowskich UE w latach 2010–2014

Państwo	Dofinansowanie zakupu EV	Inne zachęty	Usługa EV car sharing
Wielka Brytania	25% zakupu EV (max. 5 tys. GBP)	Zwolnienia podatkowe Bezpłatny wjazd do centrum miast	Uruchomiona w 2013 r. Zasięg 145–200 km
Hiszpania	25% zakupu EV (max. 6 tys. EUR)	Obniżenie do 75% podatku drogowego Bezpłatne parkingi Bezpłatne ładowanie	Uruchomiona w 2013 r. Zasięg do 200 km
Francja	4–7 tys. EUR	Zwolnienie z podatku drogowego Zwolnienie z opłaty rejestracyjnej Bezpłatne parkingi Bezpłatne ładowanie Korzystanie z bus pasów	Uruchomiona w 2011 r. Zasięg do 200 km
Holandia	5 tys. EUR – samochody osobowe 10 tys. EUR – taxi 40 tys. EUR – pojazdy ciężarowe	Zwolnienie z podatku drogowego Zwolnienie z opłaty rejestracyjnej Bezpłatne parkingi Bezpłatne ładowanie Korzystanie z bus pasów	Uruchomiona w 2011 r. Zasięg do 135 km
Niemcy	Brak	Zwolnienie z podatku drogowego Zwolnienie z opłaty rejestracyjnej Bezpłatne parkingi Bezpłatne ładowanie Korzystanie z bus pasów	Uruchomiona w 2012 r. Zasięg do 150 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Evolution. Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase?*, Report, Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands, Amsterdam 2014, s. 16–17.

W programach rozwoju elektromobilności państw najbardziej zaangażowanych w promowanie samochodów z napędem elektrycznym zagwarantowano także inne formy wsparcia dla ich nabywców (tabela 34). W Niemczech z rocznego podatku drogowego w okresie pięciu lat od pierwszej rejestracji samochodów z napędem elektrycznym zwolnieni zostali ich nabywcy. W Hiszpanii samochody te zostały dodatkowo zwolnione z opłaty rejestracyjnej. W swoich programach rozwoju elektromobilności zwolnienia podatkowe wprowadziły również rządy m.in.: Danii, Szwecji, Irlandii, Wielkiej Brytanii i Francji. Ponadto w większości państw członkowskich UE właściciele samochodów z napędem elektrycznym uprawnieni zostali do wjazdu i poruszania się w centrum miast, bezpłatnego parkowania oraz przemieszczania się po pasach zarezerwowanych dla autobusów i taksó-

wek. Rozwój rynku samochodów z napędem elektrycznym stymulowany jest także przez uruchomienie systemów odpłatnego korzystania z tych pojazdów (*EV car sharing*) oraz przez postępowania przetargowe dotyczące wymiany samochodów dla jednostek administracji rządowych i samorządowych¹⁷⁸. Dużą aktywnością w tym zakresie wykazały się m.in. Francja, Holandia, Wielka Brytania, Niemcy i Portugalia¹⁷⁹.

W Polsce w latach 2010–2015 nie opracowano rządowego programu rozwoju elektromobilności. Działania na rzecz upowszechniania napędu elektrycznego w transporcie samochodowym realizowane były głównie poprzez inicjatywy władz samorządowych i przedsiębiorstw sektora energetycznego. Użytkownicy samochodów z napędem elektrycznym mogli korzystać z ogólnodostępnych punktów ładowania, które stopniowo budowane były w wybranych polskich miastach¹⁸⁰. Decyzją ich władz samorządowych wprowadzono zachęty w postaci zwolnień z opłat parkingowych. W 2015 r. w Warszawie i Wrocławiu, tj. w dwóch pierwszych polskich miastach, rozpoczęto postępowania przetargowe, których przedmiotem było uruchomienie wypożyczalni samochodów z napędem elektrycznym. Dalsze prace w tym zakresie zaplanowano na 2016 r. W promowanie elektromobilności w Polsce włączyły się również np. Miejskie Zakłady Autobusowe Sp. z o.o. w Warszawie, Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne S.A. w Krakowie oraz Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej w Jaworznie, które zdecydowały się na zakup autobusów z napędem elektrycznym¹⁸¹.

178 *EV car-sharing* to usługa krótkoterminowego wynajmu aut miejskich samochodów elektrycznych na zasadzie samoobsługi. Usługa ta wprowadzona została w wielu aglomeracjach miejskich we Francji. Przykładami są systemy: Autolib działający w Paryżu, Auto bleue w Nicei, Sunmoove w Lyonie czy Bluecub w Bordeaux. Za: <http://www.ambafrance-pl.org/Francja-zajmuje-pierwsze-miejsce> [dostęp 15.02.2014].

179 W Lizbonie w 2012 r. stołeczne władze kupiły 54 samochody napędzane energią elektryczną. Zastąpią one 118 samochodów spalinowych, wykorzystywanych dotychczas przez lisbońskich urzędników. Z samochodów elektrycznych korzystają również pracownicy francuskiego rządu (ponad 5 tys. sztuk) oraz przedsiębiorstwa publiczne i prywatne, np. poczta La Poste. Za: http://www.avere-france.org/Site/Categorie/?arborescence_id=1 [dostęp 02.05.2014].

180 W ramach projektu eMobility prowadzonego przez Enerę w 2015 r. powstały w Trójmieście dwa punkty szybkiego ładowania oraz dwa punkty półszybkiego ładowania. W pierwszym przypadku naładowanie auta w zależności od modelu zajmuje w nich od 25 do 45 minut, w drugim zaś od 2 do 4 godzin, <http://media.energa.pl/pr/299156/energa-kolejny-punkt-ladowania-samochodow-elektrycznych-w-trojmiescie> [dostęp 05.08.2015].

181 Kontrakt o wartości 7,5 mln PLN podpisany w 2015 r. między MPK Kraków S.A. a spółką Solaris Bus & Coach S.A. na dostawę do lipca 2016 r. czterech autobusów Urbino electric. Umowę z tą spółką o wartości 35,2 mln PLN podpisało w 2016 r. również PKM Jaworzno. Dostawa 16 autobusów elektrycznych ma być

Statystyki dotyczące sprzedaży samochodów z napędem elektrycznym w UE wskazują na stopniowy wzrost zainteresowania tymi samochodami¹⁸². Popyt na rynkach poszczególnych państw członkowskich UE jest jednak bardzo zróżnicowany. Różnice te wynikają przede wszystkim z poziomu rządowych dopłat dla nabywców tych samochodów. Najwyższą dynamikę wzrostu sprzedaży nowych samochodów z napędem elektrycznym wśród tych państw w okresie 2011–2014 odnotowano w Hiszpanii, Szwecji i Wielkiej Brytanii (tabela 35). W 2014 r. w Hiszpanii zarejestrowano 16,8 tys. nowych tego rodzaju samochodów, tj. prawie 20-krotnie więcej niż w 2011 r. We wspomnianym okresie dynamika wzrostu sprzedaży tych samochodów w Szwecji i Wielkiej Brytanii była na zbliżonym poziomie. W Szwecji odnotowano bowiem 13-krotny wzrost, zaś w Wielkiej Brytanii 12-krotny.

W 2014 r. najwięcej nowych samochodów z napędem elektrycznym sprzedano na rynkach Holandii, Francji, Niemczech i Wielkiej Brytanii (tabela 35). W krajach tych zarejestrowano bowiem łącznie 57,8 tys. tych samochodów, co stanowiło 87,8% ogółu ich rejestracji w UE w 2014 r. Kraje te użytkowały jednocześnie 85,4% samochodów z napędem elektrycznym, jeżdżących po drogach UE. Ze statystyk Avere-France wynika, że w 2014 r. w Holandii eksploatowano 42,5 tys. tych samochodów. Natomiast we Francji, Niemczech i Wielkiej Brytanii korzystano odpowiednio z 40,9 tys., 28,5 tys. i 20,5 tys. samochodów z napędem elektrycznym¹⁸³.

Z analizy wartości wskaźnika będącego relacją liczby zarejestrowanych samochodów z napędem elektrycznym i liczby mieszkańców wynika, że pierwsze miejsce w 2014 r. zajmowała Holandia. Na 1 mln obywateli tego kraju przypadał bowiem średnio jeden samochód z napędem elektrycznym. W Danii, Szwecji i Francji wartość tego wskaźnika wynosiła odpowiednio 0,29, 0,24 i 0,23 (rysunek 32). Ponadto w tych czterech państwach udziały sprzedaży samochodów z napędem elektrycznym w sprzedaży samochodów osobowych ogółem były najwyższe (tabela 35). W 2014 r. udziały te wynosiły 3,9% w Holandii, 1,4% w Szwecji, 0,9% w Danii i 0,8% we Francji. Jednocześnie w Szwecji, Danii i Francji udziały te wzrosły w stosunku do 2013 r. Głównymi przyczynami wzrostu tych udziałów były dopłaty do zakupu samochodów z napędem elektrycznym, odpowiednia siła nabywcza mieszkańców tych państw, a także inne zalety promujące rozwój elektromobilności.

zrealizowana w 2017 r. Natomiast przetarg na zakup 10 autobusów z napędem elektrycznym w Warszawie ma zostać rozstrzygnięty do końca 2016 r.

182 W Europie rynek samochodów z napędem elektrycznym najszybciej rozwija się w Norwegii. W 2014 r. w kraju tym użytkowanych było 31,2 tys. samochodów typu BEV i 2,1 tys. typu PHEV. Za: www.ssb.no/en/transport-og-reiseliv/statistikk/bilreg/aar/2015-03-25#content [dostęp 20.01.2016].

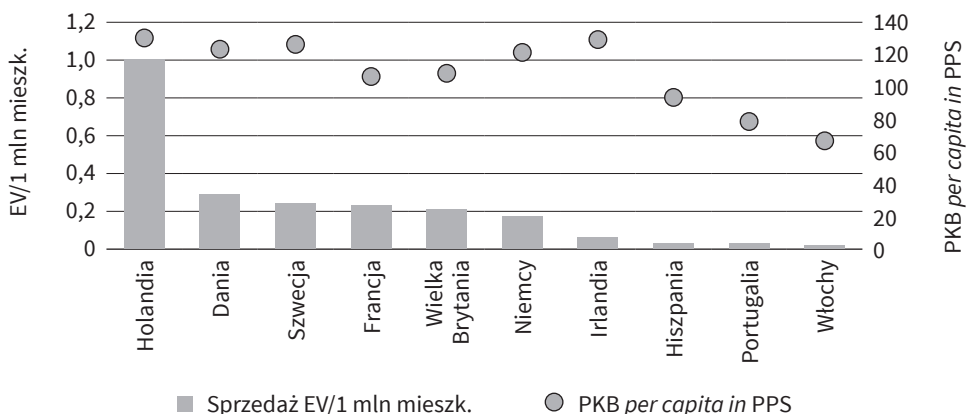
183 *State of the art...*, s. 61.

Tabela 35. Sprzedaż nowych EV* w wybranych państwach członkowskich UE w latach 2011–2014

Państwo	Sprzedaż nowych EV				Udział EV w sprzedaży ogółem samochodów osobowych (%)		Tempo zmian sprzedaży nowych EV (%)		
	2011	2012	2013	2014	2013	2014	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Holandia	875	5 155	19 655	16 789	5,30	3,90	489	281	-15
Francja	4 343	9 562	12 168	14 871	0,50	0,80	120	27	22
Niemcy	2 486	4 863	7 598	13 526	0,20	0,40	96	56	78
Wielka Brytania	1 165	2 512	3 360	13 508	0,20	0,60	116	34	302
Szwecja	181	943	1 545	2 326	0,60	1,40	421	64	51
Hiszpania	478	709	1 054	1 380	0,10	0,20	48	49	31
Włochy	380	997	1 106	1 326	0,20	0,10	162	11	20
Dania	668	476	565	1 605	0,30	0,90	-29	19	184
Portugalia	210	111	216	291	0,20	0,20	-47	95	35
Irlandia	50	189	62	253	0,70	0,90	278	-67	308
Polska	22	28	26	83	0,01	0,01	27	-7	219

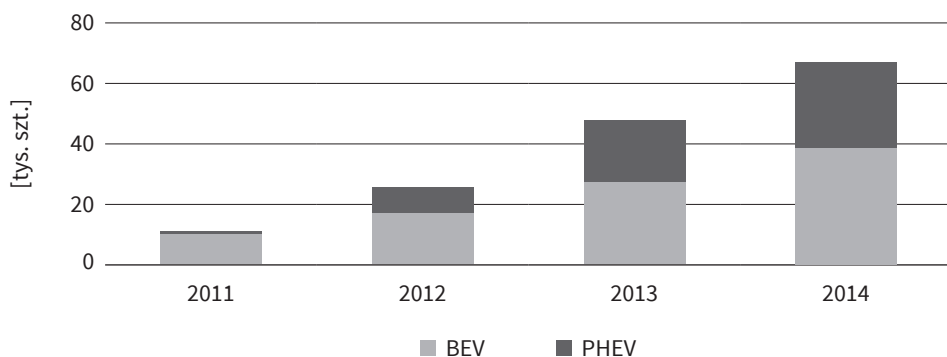
* EV = PHEV + BEV.

Źródło: opracowano na podstawie *Evolution. Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase?*, Report, Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands, Amsterdam 2014, s. 10; *View on the future of the EV industry*, AVERE, s. 23; *Branża motoryzacyjna. Raport 2014*, PZPM, Warszawa 2014, s. 28.

**Rysunek 32.** Wskaźniki sprzedaży nowych samochodów z napędem elektrycznym i PKB *per capita in PPS* w wybranych państwach członkowskich UE w 2014 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w tabeli 29 oraz bazy danych Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tec-00114&plugin=1> [dostęp 20.01.2016].

W okresie 2011–2014 całkowita sprzedaż samochodów z napędem elektrycznym w UE zwiększyła się 6-krotnie, osiągając poziom 66,8 tys. szt., przy czym wyższa dynamika cechowała sprzedaż samochodów z napędem elektrycznym typu PHEV (rysunek 33). Popyt na te samochody zwiększył się bowiem z ok. 1,0 tys. szt. w 2011 r. do 28,4 tys. szt. w 2014 r. W tym samym okresie sprzedaż samochodów z napędem elektrycznym typu BEV wzrosła w UE z 9,8 do 38,4 tys. szt. Samochody z napędem elektrycznym typu PHEV cieszyły się największą popularnością w Holandii. W 2014 r. w kraju tym, ich zbyt stanowił prawie 42% wszystkich takich samochodów sprzedanych w UE. W handlu samochodami z napędem elektrycznym typu BEV największy udział posiadała Francja. W 2014 r. udział ten wynosił 28%.



Rysunek 33. Sprzedaż nowych samochodów BEV i PHEV w UE w latach 2011–2014

Źródło: opracowano na podstawie J. de Ridder, B. Witkamp, *Market evolution of EVs*, The European Association for Electromobility, MOBI 02-05, December 2014.

Wzrostowy trend sprzedaży samochodów z napędem elektrycznym w UE utrzymał się w 2015 r. Ze wstępnych szacunków opublikowanych przez Avere-France wynika, że sprzedaż samochodów z napędem elektrycznym typu PHEV oraz BEV zwiększyła się średnio o ponad 45% w stosunku do 2014 r. W największym stopniu sprzedaż ta wzrosła w Holandii, Francji i Wielkiej Brytanii. W krajach tych sprzedano ponad 3/4 wszystkich samochodów z napędem elektrycznym sprzedanych w UE w 2015 r.

Postęp w zakresie elektryfikacji transportu samochodowego jest jednak niewystarczający w stosunku do założeń przyjętych w rządowych programach państw członkowskich UE. Jak wynika z tabeli 35, znikomy był udział samochodów z napędem elektrycznym w sprzedaży samochodów osobowych ogółem w UE. W 2014 r. w wielu państwach człon-

kowskich UE wartości tych udziałów nie przekroczyły nawet 1%. Wzrost konsumenckiej akceptacji dla tych samochodów, na co wskazują wyniki wielu badań ankietowych, wymaga przede wszystkim dalszego rozwoju technologii napędu elektrycznego¹⁸⁴. Głównymi barierami upowszechniania elektromobilności w transporcie samochodowym w UE wciąż pozostają wysokie ceny samochodów z napędem elektrycznym, ich ograniczony zasięg, długi czas ładowania baterii oraz brak odpowiednio rozbudowanej sieci powszechnie dostępnych punktów ładowania.

W 2014 r. koszt nabycia samochodu z napędem elektrycznym typu PHEV, w zależności od modelu i rynku, wynosił od ok. 18 do 45 tys. EUR¹⁸⁵. W przypadku samochodów z napędem elektrycznym typu BEV główny składnik ceny stanowiły koszty akumulatorów. Koszt modelu tego samochodu w wersji podstawowej, bez akumulatora, był bowiem porównywalny z kosztem zakupu samochodu spalinowego. Natomiast koszt akumulatora o mocy 24 kWh, umożliwiającego przejechanie do 200 km wynosił ok. 22 tys. EUR¹⁸⁶. Na rynku polskim ceny tych samochodów w wersji standardowej w 2014 r. zaczynały się od ponad 120 tys. PLN, zaś model Tesla S kosztował ok. 300 tys. PLN¹⁸⁷.

Szacuje się, że do 2020 r. koszty komponentów do produkcji akumulatorów niezbędnych do napędu elektrycznego mogą zmniejszyć się nawet o 80% w stosunku do 2010 r. Jednocześnie prognozowany jest spadek ceny tych akumulatorów z 1000 EUR/kWh w 2010 r. do 200 EUR/kWh w 2020 r. Ponadto udoskonalenie konstrukcji akumulatorów ma spowodować spadek ich wagi i poprawę ich ogólnej efektywności nawet o 45%¹⁸⁸.

184 W 2011 r. badania globalnych preferencji konsumentów do zakupu pojazdów z napędem elektrycznym przeprowadzili eksperci firm doradczych Ernst & Young oraz Lux Research. W 2012 i 2015 r. preferencje te zbadali również analitycy z firmy doradczej Deloitte. Z badań tych wynika, że zainteresowanie zakupem samochodu z napędem elektrycznym wśród mieszkańców państw członkowskich UE było średnio 4-krotnie mniejsze niż mieszkańców Chin. W UE skłonność do zakupu tego samochodu zależna była głównie od wysokości rządowych dopłat i ceny paliwa konwencjonalnego. Natomiast z analiz przeprowadzonych w 2012 r. przez firmę doradczą PwC wynika, że istotnymi barierami rozwoju rynku samochodów z napędem elektrycznym jest wysoka cena tych samochodów, brak punktów ich ładowania i możliwości wymiany akumulatorów. Zob. m.in. *Charging forward. PwC's 2102 electric vehicle survey*, PwC 2013, s. 5–10.

185 samochodelektryczne.org/samochody_hybrdowe_typu_plug-in_kontra_samochody_elektryczne.htm [dostęp 20.01.2016].

186 W. Mielczarski, *Samochody przyszłości. Czy elektryczne?*, „Energy Newsletters” 2013, nr 4, s. 2.

187 <http://www.forbes.pl/tesla-w-polsce-producent-elektrycznych-samochodow-zapowiada-5-stacji,artykuly,182963,1,1.html> [dostęp 20.01.2016].

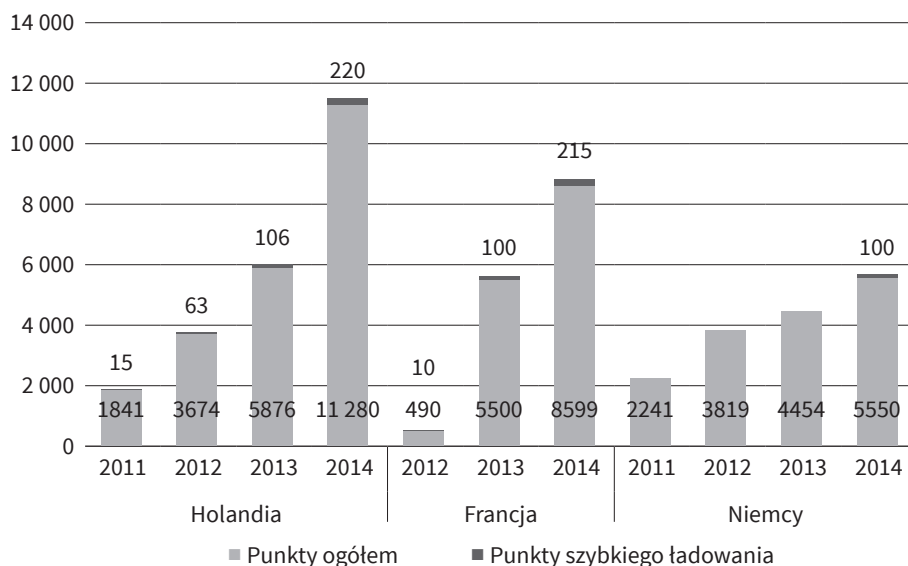
188 Zob. więcej: *Understanding the electric vehicle landscape to 2020*, Global EV Outlook, IEA, 2013, s. 17.

Istotną barierą korzystania z samochodów z napędem elektrycznych w UE jest brak odpowiedniej sieci publicznie dostępnych punktów ich ładowania wyposażonych w uniwersalną wtyczkę. Samochody typu BEV wyposażone tylko w akumulatory, przeznaczone głównie do ruchu w aglomeracjach miejskich i podmiejskich, mogą pokonać średnio dystans do 150 km. Ich pełne naładowanie w warunkach domowych trwa od kilku do kilkunastu godzin. Natomiast w specjalnych punktach szybkiego ładowania czas ten ulega skróceniu do ok. 1 godz. W większości jednak dostępnych punktów wymagany czas ładowania wynosi przeciętnie 4–6 godzin. Rozwój elektryfikacji transportu samochodowego wymaga więc odpowiednio rozmieszczonych punktów ładowania. Zgodnie ze strategią rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych średnia liczba publicznie dostępnych punktów ładowania ma odpowiadać co najmniej jednemu punktowi ładowania na 10 samochodów¹⁸⁹.

Obecnie technologie interfejsów do ładowania samochodów z napędem elektrycznym opierają się na złączach kablowych, ale należy uwzględnić przyszłe standardy technologiczne, takie jak ładowanie bezprzewodowe czy wymiana akumulatorów, które potencjalnie mogą zwiększyć atrakcyjność napędu elektrycznego w transporcie samochodowym. Pojazdy z napędem elektrycznym wyposażone w akumulatory można również wykorzystywać w celu magazynowania energii elektrycznej i stabilizacji sieci energetycznej. W punktach ładowania samochodów z napędem elektrycznym przewiduje się, racjonalne z technicznego i finansowego punktu widzenia, wykorzystanie inteligentnych systemów pomiarowych, co przyczyni się do elastyczności, a przez to do stabilności systemów elektroenergetycznych.

W 2014 r. najlepiej rozbudowaną instalację do ładowania samochodów z napędem elektrycznym posiadała Holandia (rysunek 34). Z ok. 11,3 tys. funkcjonujących punktów ładowania tych samochodów 46,2% stanowiły punkty publicznie dostępne. Średnio na jeden taki punkt przypadało 12,4 samochodów z napędem elektrycznym. Możliwość szybkiego ładowania akumulatorów gwarantowało natomiast 220 specjalnie przystosowanych do tego punktów. We Francji rynek instalacji ładowania samochodów z napędem elektrycznym w 2014 r. tworzyło 8,6 tys. punktów, z których 215 było punktami szybkiego ładowania. Dostępność publicznych punktów ładowania we Francji w stosunku do liczby samochodów z napędem elektrycznym była jednak wyższa niż w Holandii i wynosiła 5,9 samochodów z napędem elektrycznym, które przypadały na 1 punkt. W Niemczech natomiast w 2014 r. funkcjonowało 4,7 tys. punktów ładowania, z których 85,3% było punktami częściowo lub w pełni dostępnymi publicznie. Liczba punktów szybkiego ładowania wynosiła 100.

189 Wniosek. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i rady w sprawie rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych, KOM(2013) 18 final, Bruksela 2013, s. 22.



Rysunek 34. Punkty ładowania samochodów EV w Holandii, Francji i Niemczech w latach 2011–2014 (w szt.)

Źródło: opracowano na podstawie *State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015, s. 62–63.

W Polsce rynek samochodów z napędem elektrycznym jest we wstępnej fazie rozwoju. Statystyki sprzedaży tych samochodów w naszym kraju wskazują bowiem na symboliczną wręcz ich sprzedaż (tabela 35). W 2014 r. liczba zarejestrowanych nowych samochodów wynosiła 325,6 tys. szt., z których tylko 83 szt. wyposażonych było w napęd elektryczny. W 2013 r. analogiczne liczby wynosiły odpowiednio 288,3 tys. szt. i 26 szt. Według statystyk Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM) w 2014 r. w Polsce eksploatowano łącznie 159 samochodów z napędem elektrycznym, w tym 89 samochodów typu PHEV i 70 typu BEV. Właścicielami zdecydowanej większości tych pojazdów były firmy sektora energetycznego. Ponadto, samochody elektryczne typu PHEV i BEV użytkowane były m.in. przez: Biuro Rozwoju Krakowa, Straż Miejską we Wrocławiu, Bank Ochrony Środowiska S.A., urzędy miejskie w Gdańsku i Katowicach. Podmioty te, realizując jednostkowe zakupy samochodów z napędem elektrycznym, włączyły się w promowanie elektryfikacji transportu samochodowego w Polsce.

Przeszkodami w upowszechnieniu samochodów z napędem elektrycznym w Polsce są przede wszystkim ich wysokie ceny, słabo rozwinięta sieć publicznych miejsc ładowania oraz brak zachęt stymulujących ich

zakup i użytkowanie. W badaniach przeprowadzonych w 2014 r. przez Instytut Transportu Samochodowego 2/3 ankietowanych wskazało cenę samochodu jako najważniejszy czynnik uwzględniany w decyzjach zakupowych. Tylko 1/4 respondentów zadeklarowała, iż planując zakup samochodu osobowego, kierowałaby się w pierwszej kolejności jego wpływem na ograniczenie emisji CO₂, a dopiero w drugiej kolejności ceną tego samochodu. Potencjalnych korzyści wynikających z użytkowania samochodów z napędem elektrycznych nie dostrzegało aż 70% respondentów, reprezentujących badane przedsiębiorstwa¹⁹⁰.

Przedstawiciele firm zaangażowanych w rozbudowę sieci punktów ładowania samochodów z napędem elektrycznym w Polsce wskazali na szereg barier ograniczających rozwój transportu samochodowego w Polsce, wynikających z ograniczeń inwestycyjnych, technicznych i prawnych (tabela 36). Za główną uznano brak preferencji dla samochodów z napędem elektrycznym. Wśród barier technicznych wskazano brak jednolitego standardu ładowania samochodów z napędem elektrycznym. Obecnie w Polsce używa się bowiem różnych typów ładowarek, co może utrudniać użytkownikom tych samochodów ich ładowanie. Przedstawiciele tych firm zwrócili także uwagę na problemy techniczne i inwestycyjne związane z rozwojem punktów szybkiego ładowania, które uznawane są aktualnie za rozwiązania najbardziej efektywne. Z barier prawnych za najistotniejszą uznano brak jednolitych interpretacji przepisów ustawy *Prawo budowlane*, co powoduje różne działania organów administracji budowlanej. W zakresie ustawy *Prawo energetyczne* zwrócono uwagę na brak jednoznacznej interpretacji objęcia obowiązkiem koncesyjnym sprzedaży energii elektrycznej wykorzystywanej do ładowania samochodów z napędem elektrycznym.

Koncepcje dalszej rozbudowy infrastruktury oraz wsparcie dla upowszechnienia tego napędu w transporcie samochodowym w perspektywie do 2030 r. potwierdziło w swoich planach rozwoju kilka państw członkowskich UE, w tym również Polska. Bardzo ambitne założenia, wynikające z zatwierdzonej w 2015 r. nowej ustawy energetycznej, przyjęła Francja. Zgodnie z zapisami tej ustawy dofinansowanie zakupu samochodu z napędem elektrycznym może wynosić do 10 tys. EUR. Ponadto ustawa ta przewiduje, że do 2025 r. połowa wszystkich kupionych przez gminy samochodów ma być niskoemisyjna, co stawia napęd elektryczny w uprzywilejowanej sytuacji. Dodatkowo założono, że w firmach

190 W badaniu przeprowadzonym przez Instytut Transportu Samochodowego uczestniczyło 370 indywidualnych respondentów oraz 20 przedstawicieli przedsiębiorstw, którzy byli odpowiedzialni za zarządzanie pojazdami w tych przedsiębiorstwach.

Tabela 36. Bariery rozwoju punktów ładowania samochodów z napędem elektrycznym w Polsce

Bariery	Wyszczególnienie
Inwestycyjne	Brak preferencji dla samochodów z napędem elektrycznym Długi czas realizacji inwestycji Problemy na terenach o nieuregulowanych prawach własności Bariery administracyjne przy budowie punktów ładowania rozmieszczanych przy drogach publicznych Brak obowiązku budowy punktów ładowania Problemy z finansowaniem rozbudowy sieci przesyłowych
Techniczne	Brak jednolitego standardu ładowania Problemy techniczne z ładowarkami na prąd stały Problemy z zapewnieniem odpowiedniej mocy Obowiązek instalacji licznika pomiarowo-rozliczeniowego przed punktem ładowania
Prawne	Problemy związane z różną interpretacją przepisów ustawy <i>Prawo budowlane</i> , szczególnie w odniesieniu do: • pozwoleń na budowę punktów ładowania, • obligatoryjnego wyposażania budynków użyteczności publicznej w punkty ładowania dla samochodów z napędem elektrycznym. Problemy w zakresie ustawy <i>Prawo energetyczne</i> , dotyczące m.in.: • braku definicji ładowania samochodów energią elektryczną, • zakazu odsprzedaży energii elektrycznej przez firmy zawiadujące punktami ładowania.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów pozyskanych w trakcie wywiadu w Ministerstwie Gospodarki, Departament Ropy i Gazu, Warszawa 23 kwietnia 2015; *Uwarunkowania wdrożenia zintegrowanego systemu e-mobilności w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Departament Innowacji i Przemysłu, Warszawa 2012, s. 12–40.

zajmujących się wynajmem pojazdów udziały autobusów i samochodów z napędami elektrycznymi w ogólnej liczbie nabywanych autobusów i samochodów powinny wynosić odpowiednio 20% i 10%. W Szwecji natomiast w ramach aktualnie obowiązującego planu elektryfikacji transportu samochodowego realizowane są inwestycje w zakresie rozwoju stacji szybkiego ładowania autobusów z napędem elektrycznym. Z kolei w Niemczech dalszy rozwój elektromobilności ma stymulować rządowy program zachęt dla nabywców samochodów elektrycznych o wartości ok. 1,2 mld EUR, przyjęty w maju 2016 r.¹⁹¹ Zgodnie z jego zapisami, dofinansowanie ich zakupu wynosi 4 tys. EUR (dla nabywców samochodów typu BEV) i 3 tys. EUR (typu PHEV). Do uzyskania dopłat uprawnieni zostali klienci prywatni, przedsiębiorstwa, fundacje i stowarzysze-

191 *Niemiecki rząd przyjął program dopłat do aut elektrycznych*, Centrum Informacji o Rynku Energii, <http://www.cire.pl/item,129453,1,0,0,0,0,niemiecki-rzad-przyjal-program-doplat-do-aut-elektrycznych.html> [dostęp 22.06.2016].

nia. Posiadacze samochodów elektrycznych zostali również zwolnieni na okres 10 lat z obowiązku zapłaty podatku drogowego od pojazdów mechanicznych. Za istotny element rządowego wsparcia rozwoju elektromobilności należy również uznać plan rozbudowy sieci punktów ładowania samochodów z napędem elektrycznym. Zgodnie z zapisami tego planu do 2020 r. ma powstać 15 tys. takich punktów, na budowę których rząd niemiecki przeznaczył 300 mln EUR. Bez odpowiednich możliwości ładowania, przyjęty w rządowym planie rozwoju elektryfikacji transportu samochodowego, cel zakładający użytkowanie miliona samochodów z napędem elektrycznym do 2020 r. może być nieosiągalny.

Przyjęty w Polsce we wrześniu 2016 r. projekt *Planu rozwoju elektromobilności* zakłada, że do 2025 r. po drogach będzie jeździć milion samochodów elektrycznych¹⁹². W projekcie założono realizację planu w trzech etapach. W pierwszym z nich, który ma potrwać do 2018 r. przewidziano uruchomienie programów pilotażowych dla miast i samorządów. W ramach tych programów mają być wspierane m.in. projekty elektrycznych samochodów usługowych. Kolejny etap, zaplanowany na lata 2019–2020, zakłada rozwój infrastruktury ładowania¹⁹³. Natomiast w trakcie trzeciego etapu, który ma potrwać do 2025 r., przewidziano wykorzystywanie samochodów elektrycznych przez administrację publiczną. Dodatkowo w rozwój elektromobilności ma zaangażować się przemysł motoryzacyjny, dostarczając części i komponenty dla producentów tych samochodów.

Niezbędne uzupełnienie założeń *Planu rozwoju elektromobilności* stanowią rozwiązania dotyczące budowy infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych, które wynikają z dokumentu *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*¹⁹⁴ oraz rozstrzygnięcia odnośnie do elektryfikacji transportu publicznego ujęte w Programie eBus¹⁹⁵. Przedstawione propozycje mają poprawić bezpieczeństwo ener-

192 *Plan rozwoju elektromobilności. Projekt*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, <http://www.me.gov.pl/node/26456> [dostęp 17.09.2016].

193 Wytypowano 32 aglomeracje i najważniejsze trasy, gdzie mają powstać punkty ładowania pojazdów z napędem elektrycznym. Punkty te mają się pojawić m.in. przy budynkach administracji publicznej, za: http://motoryzacja.wnp.pl/rzad-planuje-milion-aut-elektrycznych-na-drogach-juz-w-2025-r,279937_1_0_0.html [dostęp 30.08.2016].

194 *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Projekt*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, <http://bip.me.gov.pl/node/26450> [dostęp 22.09.2016].

195 Program e-bus ma na celu opracowanie projektu polskiego autobusu elektrycznego, którego kluczowe komponenty takie jak bateria, falownik, układ napędowy oraz infrastruktura ładująca będą produkowane w kraju z wykorzystaniem rodzimego potencjału naukowo-badawczego. Realizacja programu ma doprowa-

getyczne kraju, przyczynić się do zmniejszenia zanieczyszczeń generowanych przez transport oraz wzrostu innowacyjności polskiej gospodarki. Osiągnięciu tych celów ma służyć m.in. powołanie spółki ElectroMobility Poland¹⁹⁶ oraz utworzenie Funduszu Niskoemisyjnego Transportu¹⁹⁷.

Projekt *Planu rozwoju elektromobilności* nie przewiduje wsparcia w postaci dopłat do zakupu samochodów z napędem elektrycznym, co może stanowić istotną barierę elektryfikacji transportu samochodowego¹⁹⁸. Upowszechnienie stosowania napędu elektrycznego w Polsce może również utrudniać zdominowana przez węgiel struktura wytwarzania energii elektrycznej. Samochody z napędem elektrycznym postrzegane są bowiem obecnie jako najkorzystniejsze rozwiązania dla środowiska przyrodniczego, podczas gdy wytwarzanie energii potrzebnej do ich zasilania obciąża to środowisko. Warto podkreślić, iż rozwój elektromobilności w państwach członkowskich UE może również wyhamować na skutek utrzymujących się niskich cen ropy naftowej.

Na obecnym etapie badań rozwój technologii wodorowych ma w dużej mierze charakter projektów pilotażowych¹⁹⁹. W fazie dopracowywania

dzić do powstania polskiego rynku autobusów elektrycznych o wartości 2,5 mld PLN rocznie, za: *Program e-Bus*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2016, https://www.mr.gov.pl/media/20985/eBus_MJE_dobre.pdf [dostęp 16.09.2016].

196 We wrześniu 2016 r. Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów wydał zgodę na utworzenie przez spółki energetyczne Tauron S.A., PGE S.A., Enea S.A. i Energa S.A. – spółki ElectroMobility Poland, Jej celem ma być stworzenie ekonomiczno-organizacyjnych, technologicznych i naukowych podstaw rozwoju elektromobilności w Polsce.

197 Przygotowany przez Ministerstwo Energii projekt ustawy o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych przewiduje powołanie Funduszu Niskoemisyjnego Transportu, którego celem będzie wspieranie rozbudowy infrastruktury paliw alternatywnych oraz tworzenie rynku pojazdów zasilanych tymi paliwami. Fundusz ten ma zostać powołany z dniem 1 stycznia 2017 r., który rozpocznie finansowanie w 2018 r. Zob. więcej: *Projekt ustawy o zmianie ustawy...*, s. 1–4.

198 W projekcie Planu zaproponowano likwidację akcyzy na pojazdy elektryczne, opłatę rejestracyjną uzależnioną od emisyjności i ceny pojazdu elektrycznego oraz zerową stawkę podatku VAT przy jego zakupie, za: [http://biznes.pap.pl/pl/news/all/info/1709741,me-kieruje-do-konsultacji-plan-rozwoju-elektromobilnosci-\(aktl-\)](http://biznes.pap.pl/pl/news/all/info/1709741,me-kieruje-do-konsultacji-plan-rozwoju-elektromobilnosci-(aktl-)) [dostęp 20.09.2016].

199 W latach 2008–2013 w UE w ramach programu *The fuel cell and hydrogen joint undertaking* zrealizowano 18 projektów demonstracyjnych w zakresie wykorzystania technologii wodorowej w transporcie samochodowym. Szczegółowy opis zrealizowanych projektów zob. *Programme review report 2014*, „*The Fuel cells and hydrogen joint undertaking*”, Brussels 2015, s. 58–176. W perspektywie czasowej 2014–2020 kolejne projekty w zakresie rozwoju ogniw paliwowych realizowane będą w ramach programu *The fuel cell and hydrogen 2 joint undertaking*.

badawczego znajdują się wodorowe ogniwa paliwowe²⁰⁰, które w przyszłości mogą przyczynić się do upowszechnienia napędu elektrycznego w transporcie samochodowym z uwagi na krótszy czas tankowania wodoru i większy zasięg samochodu²⁰¹. Z realizowanych projektów demonstracyjnych wynika, że czas tankowania samochodów wyposażonych w ogniwa paliwowe może wynosić 3–4 min dla samochodów osobowych i ok. 10 min dla autobusów, co pozwoli na przejechanie 500–600 km²⁰². Technologia ogniw paliwowych jest bezpieczna i gotowa do wdrożenia w transporcie samochodowym. Ogniwa paliwowe mogą być stosowane m.in. w samochodach osobowych, autobusach miejskich i lekkich samochodach dostawczych. W chwili obecnej zastosowanie technologii ogniw paliwowych w produkcji seryjnej jest jednak trudne do realizacji, głównie ze względu na bariery techniczne.

Z szacunkowych danych wynika, że w UE eksploatowanych jest obecnie ok. 500 pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi (ang. *Fuel Cell Vehicle*, FCV). Pojazdy te użytkowane są głównie w Niemczech, Wielkiej Brytanii, Holandii, Francji i Danii. Ogniwa paliwowe znalazły zastosowanie nie tylko do napędu samochodów osobowych, ale również autobusów komunikacji miejskiej w Londynie, Hamburgu, Kolonii i Mediolanie. W skład sieci stacji tankowania wodoru wchodzi aktualnie ok. 120 punktów. Tak niski stopień penetracji rynku w zakresie technologii wodorowej w transporcie samochodowym wynika przede wszystkim z wysokich kosztów ogniw paliwowych i braku sieci infrastruktury uzupełniania paliwa wodorowego.

Koszty ogniw paliwowych determinowane są przede wszystkim przez wysokie ceny materiałów stosowanych do ich produkcji, głównie platyny. Metal ten jest rzadkim i cennym zasobem nieodnawialnym, który jednocześnie jest niezbędnym katalizatorem w procesie wytwarzania energii w ogniwach paliwowych. W 2014 r. produkcja platyny wynosiła 179 t i była niższa niż produkcja złota. Z danych New Energy World Industry Grouping (NEW-IG) wynika, iż ok. 95% ceny samochodów napędzanych ogniwami paliwowymi stanowią koszty wytworzenia tych ogniw. Jednocześnie eksperci prognozują, że do 2025 r. koszty te zmniejszą się o ok. 90% w stosunku do 2010 r. z uwagi na efekt skali i postęp technologiczny²⁰³. Obecny koszt zakupu samochodu osobowego z ogniwem pa-

200 W ogniwie paliwowym energia spalania wodoru zamieniana jest na energię elektryczną, która wykorzystywana jest do napędu samochodu.

201 *Trends in investments, jobs and turnover in the fuel cells and hydrogen sector, The fuel cells and hydrogen joint undertaking*, Brussels 2013, s. 6–11.

202 *Fuel cell electric vehicles: The road ahead*, Fuel Cell Today, UK 2012, s. 2–5, 17.

203 Zob. m.in. *A portfolio of power-trains for Europe: A fact-based analysis. The role of battery electric vehicles, plug-in hybrids and fuel cell electric vehicles*, McKinsey & Company, 2010; *Fuel cell...*, s. 3.

liwowym, w zależności od kraju i modelu, wynosi od 55 do 80 tys. EUR. Natomiast koszt budowy stacji tankowania wodoru, w zależności od jej wielkości i wydajności, oscyluje w przedziale od 100 tys. do 2 mln EUR²⁰⁴.

Inwestycje w dalszy rozwój technologii wodorowych w transporcie samochodowym, pomimo wysokich kosztów inwestycyjnych, są kontynuowane. Przemysł ogłosił na najbliższe lata programy rozwoju pojazdów zasilanych wodorem²⁰⁵. W kilku państwach członkowskich UE opracowano plany budowy sieci stacji tankowania paliwa wodorowego. W Niemczech na rozbudowę infrastruktury dla pojazdów zasilanych wodorem przeznaczono 20 mln EUR. Środki te miały zagwarantować zwiększenie liczby stacji tankowania wodoru z 16 do 50 w okresie 2013–2015. Zgodnie z planami Ministerstwa Transportu Niemiec liczba tych stacji ma zwiększyć się do 2025 r. do ok. 400.

Plany rozbudowy infrastruktury tankowania wodoru przyjął również rząd duński w ogłoszonym w 2012 r. krajowym planie *Energia 2020*. W 2018 r. liczba tych stacji ma wynieść 15. We Francji przewiduje się funkcjonowanie ok. 20 stacji tankowania wodoru, zaś w Holandii ok. 10. Bardzo ambitny plan budowy infrastruktury dla pojazdów zasilanych wodorem przyjął w 2013 r. rząd Wielkiej Brytanii. Z planu tego wynika, że do 2020 r. liczba stacji tankowania paliwa wodorowego zwiększy się do ok. 60–70, zaś do 2025 r. powstanie kolejnych 40 nowych stacji. Program budowy sieci stacji tankowania wodoru ma pochłonąć 418 mln GBP²⁰⁶. W Polsce również ogłoszono plany budowy pierwszych tego typu stacji.

Rozwój elektromobilności w transporcie stanowi jedną z istotnych inicjatyw, którą podjęto podczas Szczytu Klimatycznego w Paryżu w grudniu 2015 r.²⁰⁷ Podpisana deklaracja na rzecz elektryfikacji transportu zakłada osiągnięcie 20% udziału pojazdów z napędem elektrycznym w globalnej flocie pojazdów ogółem²⁰⁸. Jednak działaniom na rzecz realizacji tego celu muszą towarzyszyć wysiłki zmierzające do znacznego zmniejszenia emisyjności wytwarzania energii elektrycznej.

204 *State of the art...*, s. 70.

205 Zob. więcej: *Fuel cell and hydrogen technologies in Europe. Financial and technology outlook on the European sector ambition 2014–2020*, NEW-IG, Brussels 2011, s. 8–46.

206 *The ultimate guide to fuel cells and hydrogen technology*, Hydrogen Europe, Brussels 2015, s. 9–14.

207 United nations conference on climate change COP 21, November 30 to December 11, Paris 2015.

208 *Unijna decyzja: samochody elektryczne obowiązkowe!*, <http://motoryzacja.intertia.pl/wiadomosci/producenti/news-unijna-decyzja-samochody-elektryczne-obowiazkowe,nld,1940315> [dostęp 25.01.2016].

4.5. Podsumowanie

Paliwa alternatywne stanowią innowacyjne źródło energii, które w istotny sposób mogą się przyczynić do zmiany sposobu funkcjonowania transportu i skutków tego funkcjonowania. W szczególności wykorzystanie tych paliw może wpłynąć na transport samochodowy, dla którego najbardziej przydatnymi paliwami alternatywnymi okazują się być biopaliwa, gaz LNG i CNG oraz energia elektryczna, dostarczana z sieci elektroenergetycznej lub przez ogniwa paliwowe.

Jednym z zasadniczych walorów stosowania paliw alternatywnych jest możliwość zastąpienia paliw pochodzenia kopalnego, które są źródłem znacznych emisji CO₂ pochodzących z transportu. Stosowanie tych paliw wpływa zatem korzystnie na bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych, jak i na ograniczenie tych emisji i poprawę stanu środowiska, co jest zgodne z założeniami rozwoju zrównoważonego. Wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym umożliwia także zmniejszenie emisji zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia oraz poziomu hałasu, a także obciążenia środowiska na skutek awaryjnego i eksploatacyjnego wycieku paliw pochodzenia kopalnego. Paliwa te cechuje ponadto stosunkowo wysoka efektywność energetyczna, co jest źródłem znacznych korzyści ekonomicznych. Rozwój paliw alternatywnych i stosownej infrastruktury postrzegany jest także jako szansa dla rozwoju przemysłu, wzrostu zatrudnienia, a przez to dla poprawy konkurencyjności gospodarki.

Walory paliw alternatywnych dostrzegane są w UE, co znajduje wyraz w przygotowanej strategii ich stosowania w transporcie samochodowym oraz mechanizmach wsparcia tego stosowania. Paliwa te nie są bowiem aktualnie konkurencyjne cenowo w stosunku do paliw pochodzenia kopalnego. Barierą wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym są wysokie koszty rozwoju pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu oraz infrastruktury potrzebnej do ich zasilania. Istotnym czynnikiem hamującym rozpowszechnianie paliw alternatywnych i rozwój ich rynku w UE jest niedostateczne dostosowanie silników aktualnie użytkowanych pojazdów do wykorzystania tych paliw. Ze względu na brak finansowych motywacji dostosowania tego nie wspierają w wystarczającym stopniu koncerny motoryzacyjne. Z rezerwą do wykorzystania paliw alternatywnych odnoszą się także konsumenci, co często wynika z braku informacji na temat tych paliw i efektów ich stosowania.

W tych okolicznościach, mimo rosnącej dynamiki, stosunkowo niski jest aktualnie stopień rozwoju rynku paliw alternatywnych w UE, chociaż tkwi w nim znaczny potencjał. Największe efekty w zakresie rozwo-

ju rynku biopaliw osiągnęły dotychczas Francja, Niemcy i Włochy, a te dwa ostatnie kraje także w zakresie rynku CNG. Najwięcej samochodów z napędem elektrycznym sprzedawano na rynkach Holandii, Francji, Niemiec i Wielkiej Brytanii. Z kolei w zakresie rozwoju rynku LNG przoduje Hiszpania. W żadnym z zestawień ilustrujących rozwój rynku paliw alternatywnych w UE na czołowych miejscach nie ma Polski. Dalsze miejsca naszego kraju w tych zestawieniach mogą świadczyć o wysokim potencjale tego rozwoju w Polsce.

Powyższe zależności i wnioski są decydujące dla pozytywnej weryfikacji czwartej hipotezy pomocniczej, zgodnie z którą politycznie inspirowana strategia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej jest źródłem struktury instytucjonalno-prawnej, umożliwiającej wzrost wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym UE i Polski oraz zwiększania ich społecznej akceptacji. Analiza obecnego stanu struktury koszyka energetycznego transportu samochodowego UE i Polski oraz założeń strategii rozwoju rynku paliw alternatywnych wskazują, że inwestowanie w technologie niskoemisyjne w tym transporcie może się przyczynić do rozwoju gospodarki niskoemisyjnej poprzez ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z pojazdów samochodowych, wpływając przy tym korzystnie na konkurencyjność transportu, bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych i na realizację celów społecznych. Osiągnięcie tych celów wymaga jednak realizacji działań inwestycyjnych w zakresie rozwoju niezbędnej infrastruktury oraz zwiększenia społecznej akceptacji dla stosowania nowych technologii napędu. Mając jednocześnie na względzie kapitałochłonny i złożony charakter inwestycji infrastrukturalnych, istotne jest, aby rozwój rynku paliw alternatywnych dążył do jednoczesnej realizacji celów ekonomicznych, społecznych, środowiskowych i w zakresie poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw.

Rozdział 5

Modelowanie efektów wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym na przykładzie Polski

5.1. Wprowadzenie

Funkcjonowanie transportu samochodowego cechuje wysoka złożoność. Wiele zależności rządzących tym funkcjonowaniem ma charakter niemierzalny lub trudno mierzalny. Podobny charakter mają reakcje zachodzące między działaniem transportu samochodowego a otoczeniem, w którym to działanie przebiega. Zgodnie z teorią rozwoju zrównoważonego otoczenie to obejmuje bowiem takie elementy, jak: gospodarka, środowisko przyrodnicze oraz środowisko społeczne.

Wprowadzanie paliw alternatywnych na rynek paliw transportowych zmienia w istotny sposób organizację procesów transportowych i powoduje, że zależności rządzące funkcjonowaniem transportu samochodowego i reakcje zachodzące między tym funkcjonowaniem a otoczeniem stają się jeszcze bardziej różnorodne i złożone. Ze względu na niewielką dotychczas skalę oraz stosunkowo krótki okres stosowania paliw alternatywnych trudno ocenić kierunki i wielkości ich wpływu na wspomniane zależności i reakcje. Uwarunkowania te sprawiają, że jeszcze trudniejszym zadaniem staje się prognozowanie tych kierunków i wielkości.

Zależności rządzące funkcjonowaniem transportu samochodowego oraz reakcje zachodzące między nim a elementami jego otoczenia można jednak zidentyfikować, opisać oraz poddać analizie i ocenie. Identyfikacja tych zależności i reakcji nie jest wprawdzie wystarczająca do matematycznego ich opisu oraz do sformułowania ilościowych zależności przyczynowo-skutkowych, ale pozwala na stworzenie modelu jakościowego i nadanie mu cech ilościowych w wyniku zastosowania metod sztucznej

inteligencji, wykorzystujących w szczególności teorię sieci neuronowych i teorię zbiorów rozmytych.

Przedmiot rozprawy oraz podjęte w niej analizy i badania zmierzające do weryfikacji sformułowanych hipotez badawczych pozwoliły na identyfikację i określenie charakteru powiązań między wprowadzaniem paliw alternatywnych na rynek i funkcjonowaniem transportu samochodowego, a także na określenie reakcji zachodzących między transportem a otoczeniem. Dzięki weryfikacji hipotez badawczych uzyskano uporządkowaną wiedzę, niezbędną do wyodrębnienia zasadniczych działań podejmowanych na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek i rozwoju transportu niskoemisyjnego. Wiedza ta okazała się wystarczająca do budowy jakościowego modelu funkcjonowania transportu samochodowego i „uczenia” sieci neuronowych. Metody jakościowe zakładają bowiem poszukiwanie prawidłowości na podstawie zgromadzonej i usystematyzowanej wiedzy¹.

O budowie modelu jakościowego i zastosowaniu metod sztucznej inteligencji do badania wpływu funkcjonowania transportu samochodowego, korzystającego w coraz większym zakresie z paliw alternatywnych, na otoczenie przesądziła przede wszystkim możliwość odwzorowania złożonych funkcji opisujących zależności przyczynowo-skutkowe charakteryzujące ten wpływ, zapewnienia kontroli nad problemem jego wielowymiarowości oraz łatwość użycia i wysoka użyteczność modelu. Ponadto poziom wiedzy teoretycznej potrzebnej do budowy modelu jakościowego i skutecznego zastosowania sieci neuronowych nie stanowi w wielu przypadkach bariery dla jego budowy i ich wykorzystywania, w odróżnieniu od stosowania klasycznych metod statystycznych i ekonometrycznych.

Modele jakościowe i metody sztucznej inteligencji znajdują z powodzeniem zastosowanie wszędzie tam, gdzie pojawiają się problemy związane z tworzeniem modeli matematycznych, które wymagają pełnego i pewnego zbioru danych. Są one wykorzystywane w wielu dziedzinach nauki do rozwiązywania problemów badawczych dotyczących m.in. prognozowania, planowania, optymalizacji, a także identyfikacji. Stąd też w szczególności posługują się nimi przedstawiciele nauk ekonomicznych i medycznych. Modele jakościowe i metody sztucznej inteligencji znajdują także użytek w praktyce gospodarczej m.in. do optymalizacji i kontroli procesów, do sterowania i zarządzania procesami, a także do wspomagania decyzji menedżerskich oraz diagnoz medycznych. Z tego względu szerokie jest zastosowanie tych modeli i metod, np. w banko-

1 K. Szpakowska, *Metody jakościowe*, [w:] *Metody badań naukowych z przykładami ich zastosowania*, red. B. Poskrobko, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2012, s. 118.

wości, energetyce, służbie zdrowia, a także na giełdach papierów wartościowych². Skuteczność modeli jakościowych i metod sztucznej inteligencji potwierdzają także wyniki uzyskane w procesie badawczym, podjętym w niniejszej rozprawie. W rozdziale tym poddano weryfikacji piątą hipotezę pomocniczą, zgodnie z którą „istnieje możliwość wartościowania, identyfikacji obszarów oddziaływania i określania kierunków działań podejmowanych na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce poprzez wprowadzanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym”.

5.2. Jakościowy model funkcjonowania transportu samochodowego

Jakościowy model funkcjonowania transportu samochodowego został zbudowany ze szczególnym uwzględnieniem zależności wynikających z szerszego stosowania paliw alternatywnych (rysunek 35). Przy budowie modelu wzięto także pod uwagę interakcje zachodzące między transportem samochodowym a elementami otoczenia, które tworzy gospodarka, bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych, środowisko przyrodnicze i społeczeństwo.

Rozwój gospodarki niskoemisyjnej jest jednym z zasadniczych trendów rozwojowych w zakresie pokrycia zapotrzebowania na energię. Trend ten wspierany jest przede wszystkim przez UE, która strategię na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej określiła w ramach swoich polityk, głównie polityki klimatycznej, energetycznej i transportowej. Strategia ta zakłada, że obszar rozwoju gospodarki niskoemisyjnej obejmie wszystkie główne sektory gospodarki państw członkowskich UE. Oznacza to, że każdy sektor gospodarki i każde państwo członkowskie wesprze rozwój konkurencyjnej, zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarki UE. Z racji szczególnej roli dla prawidłowego funkcjonowania rynków, stanu środowiska oraz osiągnięcia celów społecznych wyjątkowa misja rozwoju gospodarki niskoemisyjnej przypada transportowi³.

2 W. Jastrzębska, A. Jastrzębska, *Metody sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów mikro- i makroekonomicznych*, www.ur.edu.pl [dostęp 18.01.2016].

3 Na przykład w przypadku Niemiec do osiągnięcia celu redukcji emisji CO₂ o 40% do 2020 r. niezbędne jest przyspieszenie transformacji energetycznej transportu. Za: R. Bajczuk, *Skutki porozumienia klimatycznego dla Niemiec*, Ośrodek Studiów Wschodnich, <http://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/analizy/2015-12-16/skutki-porozumienia-klimatycznego-dla-niemiec> [dostęp 17.12.2015].

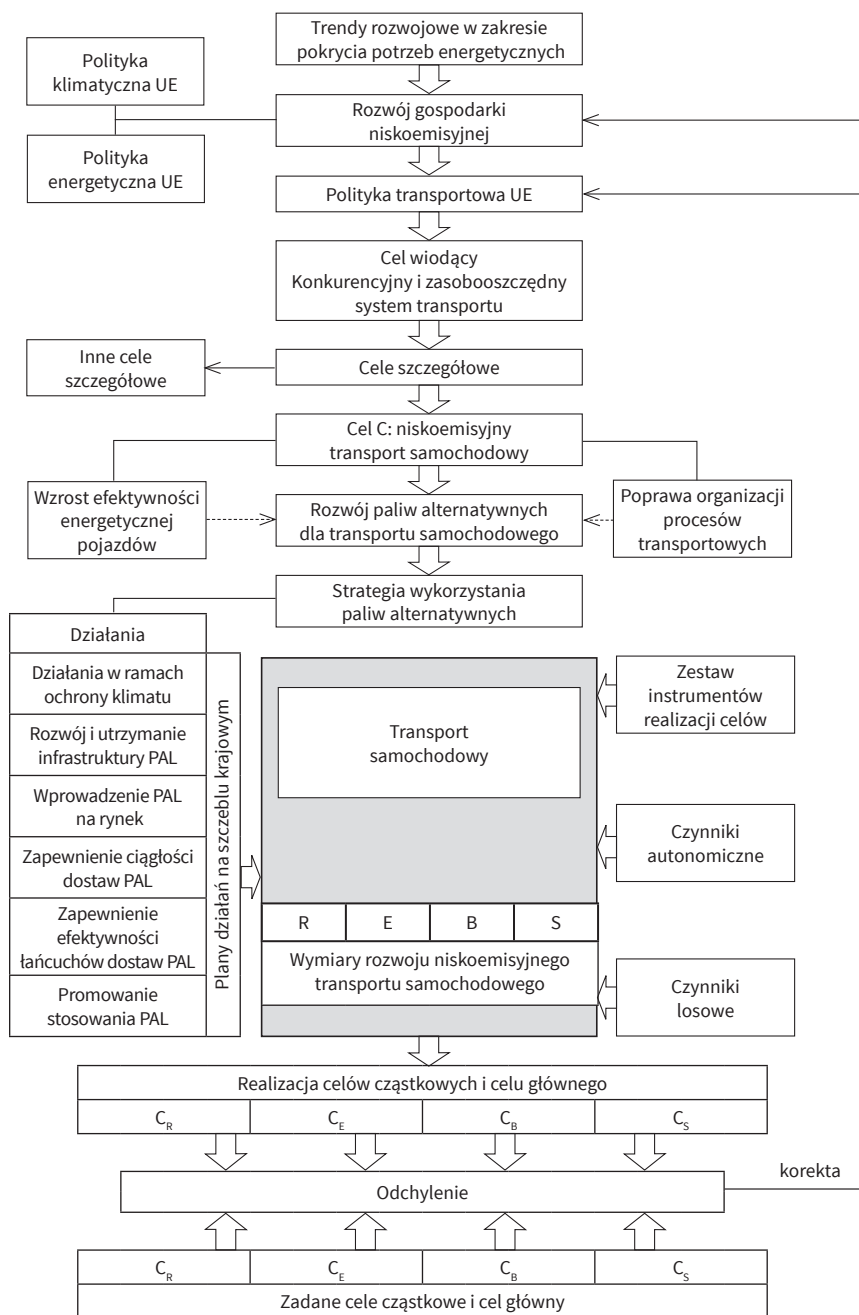
Podstawowe zadania dla transportu na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i działania służące ich realizacji UE określiła w swojej polityce transportowej, z której wynika cel wiodący i cele szczegółowe. Cel wiodący zakłada stworzenie i rozwój konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, zaś jednym z zasadniczych celów szczegółowych służących osiągnięciu celu wiodącego jest ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z transportu samochodowego tak, aby można przypisać mu przymiotnik „niskoemisyjny”.

Osiągnięcie innych celów szczegółowych wymaga m.in. podjęcia działań zmierzających do zwiększenia roli pozostałych gałęzi transportu kosztem transportu samochodowego, tj. utworzenia multimodalnych łańcuchów logistycznych i zapewnienia tym łańcuchom efektywności ekonomicznej i środowiskowej. Jednym z takich działań ma być przeniesienie do 2030 r. na kolej i transport wodny 30% przewozów ładunków na odległości większe niż 300 km, realizowanych aktualnie przez transport samochodowy. Przyczynić się to ma do rozwoju efektywnych i ekologicznych korytarzy transportowych⁴.

W polityce transportowej wskazano, że droga do rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego prowadzi przez wdrożenie trzech zasadniczych grup działań. Pierwsza obejmuje działania na rzecz wzrostu efektywności energetycznej pojazdów, druga – działania zmierzające do poprawy organizacji procesów transportu, zaś trzecia – działania prowadzące do zwiększenia zakresu stosowania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym. Ta ostatnia grupa działań ma najbardziej nowatorski i innowacyjny charakter i stanowi strategię rozwoju rynku paliw alternatywnych i potrzebnej infrastruktury. W działaniach grupy trzeciej tkwi także największy potencjał wpływu na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego.

Strategia rozwoju paliw alternatywnych i potrzebnej infrastruktury oraz środki służące jej realizacji określone są na szczeblu ponadnarodowym. Jednak ostateczny zestaw użytych środków i ich waga leżą w gestii państw członkowskich UE, które kreślą autonomiczne krajowe plany działań. Plany te uwzględniają m.in. działania bezpośrednio wynikające z polityki ochrony klimatu UE (działanie OKL). Działania te zmierzają do wzmocnienia i koordynacji wysiłków na rzecz rozwoju transportu niskoemisyjnego (tabela 37). Są wśród nich w szczególności wydatki na badania i innowacje, które z jednej strony wspierają ten rozwój, z drugiej zaś stanowią jej (niemały) koszt. Przykład tych wydatków pokazuje, że działanie OKL nie będzie jednokierunkowe względem otoczenia. Efekty wydatków

⁴ *Roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, COM (2011) 144 final, Brussels 28.03.2011.



PAL – paliwa alternatywne; C – cel główny, zakładający budowę niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce poprzez wykorzystanie paliw alternatywnych; C_R – cel częściowy, zakładający poprawę konkurencyjności transportu samochodowego; C_E – cel częściowy, zakładający ograniczenie emisji CO_2 , pochodzących z transportu samochodowego; C_B – cel częściowy, zakładający zapewnienie bezpieczeństwa paliw transportowych; C_S – cel częściowy, zakładający realizację kategorii społecznych; R – gospodarka/rynek; E – ekologia; B – bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych; S – kategorie społeczne.

Rysunek 35. Jakościowy model transportu samochodowego

Źródło: opracowanie własne.

na badania i innowacje będą bowiem wywierać korzystny wpływ na środowisko przyrodnicze, ale poniesione koszty obciążą gospodarkę. Przykład ten wskazuje, że efekty części podejmowanych działań na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego mogą ulec wzajemnej kompensacie.

Oprócz działań wynikających bezpośrednio z polityki ochrony klimatu UE krajowe plany rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego obejmują także działania zakładające rozwój i utrzymanie infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF), wprowadzenie paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA), zapewnienie ciągłości ich dostaw (działanie CDO), zapewnienie/poprawę efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych (działanie EFE) oraz promowanie stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO). Zasadnicze efekty działań głównych OKL, INF, RPA, CDO, EFE i PRO oraz opis zasadniczych działań szczegółowych wchodzących w ich skład zawarto w tabeli 37.

Realizację wymienionych w tabeli 37 działań głównych, ukierunkowanych na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego, umożliwić ma instrumentarium, obejmujące instrumenty prawne, ekonomiczne, technologiczne i planistyczno-informacyjne, które zaprezentowano w podrozdziale 4.3. rozprawy. Finałny efekt tych działań będzie także zależał od wpływu czynników zewnętrznych, obejmujących czynniki autonomiczne i losowe.

Czynniki autonomiczne wyrażają np. wpływ stanu światowego rynku paliw transportowych na rozwój i wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym, a przez to na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego UE. Uboga w zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego UE wywiera bowiem co najwyżej znikomy wpływ na stan tego rynku. Poprzez wyodrębnienie czynników losowych zarezerwowano „miejsce” dla oddziaływania zdarzeń, które pozostają w sferze przypuszczeń, ale nie można ich wykluczyć. Przykładem takich zdarzeń jest np. pojawienie się nowych, tanich paliw alternatywnych i technologii ich wykorzystania lub wystąpienie ubocznych, szkodliwych efektów stosowania paliw alternatywnych. Pierwsze z tych zdarzeń mogłoby przyczynić się do wyraźnego przyspieszenia rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego, zaś to drugie do jego wyhamowania lub porzucenia. Proces wprowadzania paliw alternatywnych na rynek może zostać spowolniony np. w wyniku utrzymujących się niskich cen ropy naftowej.

Efekty przeobrażania transportu samochodowego w kierunku transportu niskoemisyjnego w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych będą zatem wypadkową działań podejmowanych w ramach strategii

Tabela 37. Działania główne i szczegółowe na rzecz wykorzystania paliw alternatywnych i rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego UE

Lp.	Działania główne	Sym-bol	Działania szczegółowe	Zasadnicze efekty działań
1.	Działania w ramach polityki ochrony klimatu	OKL	- Wzmocnienie i koordynacja działań na rzecz dostosowania transportu do wymogów polityki ochrony klimatu - Badania i rozwój	- Rozwój transportu niskoemisyjnego - Koszty dostosowania funkcjonowania transportu do wymogów polityki ochrony klimatu
2.	Rozwój i utrzymanie infrastruktury PAL	INF	- Rozwój technologii napędu pojazdów samochodowych - Rozwój i utrzymanie infrastruktury PAL	- Zwiększenie dostępności infrastruktury PAL - Koszty rozwoju i utrzymania infrastruktury PAL - Koszty zewnętrzne rozwoju i utrzymania infrastruktury PAL
3.	Wprowadzanie PAL na rynek	RPA	- Działania na rzecz zmiany struktury kosztów transportu - Ingerencja w mechanizm rynkowy poprzez wsparcie dla produkcji i stosowania biopaliw w państwach członkowskich UE - Działania na rzecz ograniczenia emisji CO₂ i poprawy stanu środowiska	- Zmiana struktury kosztów transportu - Zróźnicowanie rynków biopaliw państw członkowskich UE - Ograniczenie emisji CO₂ i poprawa stanu środowiska - Spadek bezpieczeństwa żywnościowego, zmniejszenie powierzchni lasów - Alokacja miejsc zatrudnienia - Ograniczenie kosztów przewozu i zużycia ropy naftowej
4.	Zapewnienie ciągłości dostaw PAL	CDO	- Koordynacja współpracy uczestników łańcucha dostaw paliw - Działania na rzecz zwiększenia wytwarzania paliw i energii z wykorzystaniem rodzimych zasobów - Dywersyfikacja źródeł dostaw paliw i energii i rozbudowa zdolności magazynowych - Koordynacja działań na szczeblu UE	- Poprawa organizacji i zacieśnienie współpracy uczestników łańcucha dostaw paliw - Różnorodność PAL i wzrost wytwarzania paliw i energii w wyniku wykorzystania rodzimych zasobów - Poprawa bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych
5.	Zapewnienie efektywności łańcuchów dostaw PAL	EFE	- Integracja i koordynacja elementów łańcucha dostaw - Działania na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa operacyjnego i środowiskowego infrastruktury - Wybór optymalnych łańcuchów dostaw	- Poprawa bezpieczeństwa operacyjnego i środowiskowego infrastruktury - Ograniczenie kosztów funkcjonowania łańcuchów dostaw
6.	Promowanie stosowania PAL	PRO	- Preferencje podatkowe - Zielone zamówienia publiczne - Kampanie społeczne - Inicjatywy na szczeblu administracyjnym	- Wzrost konkurencyjności PAL - Społeczna odpowiedzialność biznesu - Wzrost zakresu stosowania PAL

PAL – paliwa alternatywne.

Źródło: opracowanie własne.

wprowadzania i wykorzystania tych paliw, tj. działań OKL, INF, RPA, CDO, EFE i PRO wdrażanych za pomocą puli instrumentów oraz wpływu czynników autonomicznych i losowych. Dlatego też rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego jest celem głównym (cel C) tego przeobrażenia⁵. Realizacja tego celu zakłada określony wpływ na otoczenie, toteż przebiega w czterech wymiarach, którymi są: gospodarka/rynek (wymiar R), ekologia (wymiar E), bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych (wymiar B) i kategorie społeczne (wymiar S).

Wielowymiarowość wpływu na otoczenie oznacza, że obok celu głównego (cel C) realizowane są cele częściowe, odpowiadające każdemu z tych czterech wymiarów. Cele częściowe zakładają poprawę konkurencyjności transportu samochodowego (cel częściowy C_R), redukcję emisji CO_2 pochodzących z transportu samochodowego (cel częściowy C_E), zapewnienie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (cel częściowy C_B) oraz zagwarantowanie walorów społecznych, np. wzrostu dostępności transportowej, a przez to wzrostu jakości życia społeczeństw (cel częściowy C_S). Stąd też cel C zakładający rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych zostanie osiągnięty jedynie wtedy, gdy spełnione będą wspomniane cele częściowe.

Realizacja celów częściowych i celu C podlega monitorowaniu zarówno na szczeblu krajowym, jak i ponadnarodowym. Polega ono na porównaniu efektów osiągniętych w zakresie wypełniania tych celów z efektami oczekiwanymi. W przypadku stwierdzenia odchylenia między efektami osiągniętymi i oczekiwanymi następuje korekta strategii i/lub instrumentów służących jej wdrożeniu. Korekcie podlega nie tylko polityka transportowa UE, bezpośrednio wpływająca na realizację celów częściowych i celu C, ale także strategia na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, której ta polityka jest podporządkowana. W ten sposób strategia ta wywiera pośredni wpływ na osiągnięcie tych celów.

Zbudowany jakościowy model transportu samochodowego zachowa aktualność w przypadku ewentualnego opuszczenia UE przez Wielką Brytanię. Zależności zachodzące między jego funkcjonowaniem a wykorzystaniem przez ten transport paliw alternatywnych nie ulegną bowiem zasadniczym zmianom. Aktualne pozostaną także, wyszczególnione w tabeli 37, działania głównie i szczegółowe podejmowane w UE na rzecz wykorzystania paliw alternatywnych i rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego oraz efekty tych działań. Wydaje się bowiem,

5 Pojęcie „celu głównego” wprowadzono na potrzeby prezentacji wyników badań. Cel ten odpowiada celowi szczegółowemu polityki transportowej UE, sformułowanemu na rysunku 35.

że po ewentualnym opuszczeniu UE, Wielka Brytania będzie blisko współpracować z UE, wykorzystując chociażby doświadczenia Norwegii i Islandii lub Szwajcarii⁶. Krytyczne postrzeganie przez Wielką Brytanię kluczowych dla niej kwestii unijnych regulacji imigracyjnych i towarzyszących im świadczeń socjalnych dla obcokrajowców nie powinno zasadniczo wpłynąć na dotychczas akceptowane i popierane przez ten kraj zasady polityki transportowej, ekologicznej i energetycznej⁷.

Można jednak sądzić, że efekty wspomnianych działań trudniej będzie osiągnąć lub będzie to wymagało więcej czasu. Możliwymi skutkami wystąpienia Wielkiej Brytanii z UE mogą być bowiem spowolnienie wzrostu gospodarczego UE o ok. 0,2–0,3 p.p. rocznie oraz znaczne uszczuplenie budżetu unijnego⁸. Wydaje się, że te negatywne skutki będą dotyczyły przede wszystkim państw członkowskich UE Europy Środkowo-Wschodniej, w tym Polski⁹. W państwach tych w ograniczonym zakresie mogą być bowiem realizowane te działania główne i szczegółowe na rzecz wykorzystania paliw alternatywnych i rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego, które wiążą się z najwyższymi kosztami. Ograniczenia mogą w szczególności dotknąć działania w ramach polityki ochrony klimatu oraz na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury dla stosowania paliw alternatywnych.

5.3. Zasady wykorzystania jakościowego modelu transportu samochodowego

Aby wykorzystać model jakościowy (rysunek 35) do oceny efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych, nadano mu cechy ilościowe. Cechy

6 UE tworzy z Norwegią, Islandią i Lichtensteinem Europejski Obszar Gospodarczy (European Economic Area, EEA), zaś ze Szwajcarią współpracuje w ramach Europejskiego Stowarzyszenia Wolnego Handlu (ang. European Free Trade Association, EFTA), [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:European_Free_Trade_Association_\(EFTA\)/pl](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:European_Free_Trade_Association_(EFTA)/pl) [dostęp 27.06.2016].

7 M. Karaczun, *Unijna polityka klimatyczna w obliczu Brexitu*, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomości> [dostęp 27.06.2016].

8 Wielka Brytania jest jednym z największych płatników netto do unijnego budżetu. Państwo to mające 13% udział w unijnej populacji odpowiada za 16% unijnego PKB, <http://euro-dane.com.pl/wydarzenia-gospodarcze-428> [dostęp 11.06.2016].

9 W latach 2004–2013. Polska była największym beneficjentem funduszy unijnych. Za: *Polska w UE. Bilans dziesięciolecia*, „Biuletyn Informacyjny” 2014, nr 34, s. 4.

te wyrażają się w przypisaniu wartości punktowych działaniom głównym OKL, INF, RPA, CDO, EFE i PRO, określeniu wartości wskaźników działań cząstkowych D_R , D_E , D_B i D_S ¹⁰ oraz wartości wskaźników kierunku ich wpływu, co uzyskano dzięki wynikom (przeprowadzonych w rozdziałach 1–4) badań¹¹ oraz zastosowaniu metod sztucznej inteligencji (tabela 38). Przypisane i określone wartości uwzględniają uwarunkowania polskiego transportu samochodowego. W ten sposób przystosowano ogólny model transportu samochodowego do wykorzystania w warunkach polskich, co oznacza pozytywną weryfikację piątej hipotezy pomocniczej. Pozytywna weryfikacja tej hipotezy oznacza także możliwość nadania modelowi jakościowemu cech ilościowych w rezultacie wykorzystania analogicznych założeń sformułowanych przez ekspertów.

Tabela 38. Ilościowy model transportu samochodowego Polski

Lp.	Działania główne	Wartość	Wskaźniki działań cząstkowych (w %)				Wskaźniki kierunku wpływu działań cząstkowych				Wskaźniki realizacji celów cząstkowych			
			D_R	D_E	D_B	D_S	D_R	D_E	D_B	D_S	C_R	C_E	C_B	C_S
1.	OKL	15	20	35	30	15	-1	1	1	1	-3,00	5,25	4,50	2,25
2.	INF	20	30	20	25	25	0	1	1	1	0,00	4,00	5,00	5,00
3.	RPA	15	20	40	25	15	1	1	1	1	3,00	6,00	3,75	2,25
4.	CDO	11	15	25	45	15	1	1	1	1	1,65	2,75	4,95	1,65
5.	EFE	11	20	30	35	15	1	1	1	0	2,20	3,30	3,85	0,00
6.	PRO	18	25	35	25	15	1	1	0	0	4,50	6,30	0,00	0,00
7.	ZEW	10	25	25	25	25	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Suma		100	x	x	x	x	x	x	x	x	8,35	27,60	22,05	11,15
Wsk. realizacji celu głównego C											69,15			

Źródło: opracowanie własne.

Wartości punktowe przypisane działaniom głównym ukierunkowanym na rozwój transportu niskoemisyjnego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych umożliwiły jednoznaczne określenie istoty

¹⁰ Działania cząstkowe D_R , D_E , D_B i D_S są wynikiem podziału działań głównych i są zaangażowane w realizację celów cząstkowych, odpowiednio C_R , C_E , C_B i C_S .

¹¹ Uzasadnieniu przyjętych założeń poświęcony został podrozdział 5.4.1.

tych działań. Przyjęto, że łączna ilość punktów, wartościująca działania główne wynosi 100, przy czym 10 punktów zarezerwowano dla wpływu czynników zewnętrznych (ZEW).

Wskaźniki działań częściowych wyrażają zadane na wejściu modelu transportu samochodowego wartości procentowe, określające podział wartości działań głównych na wartości działań częściowych. Zgodnie z teorią zbiorów rozmytych suma wartości procentowych dla każdego z działań głównych wynosi 100%. Wartości te tworzą czterostopniową skalę istotności działań częściowych. Najwyższa z tych wartości wskazuje na najbardziej istotne, zaś najmniejsza na najmniej istotne działanie częściowe.

Wskaźniki kierunku wpływu działań częściowych są zmiennymi wyjściowymi modelu. Pozwalają one na wyrażenie charakteru wpływu działań częściowych na realizację celów częściowych. Charakter tego wpływu może być bowiem „korzystny” (wówczas wskaźnik kierunku wpływu przyjmuje wartość „1”), „neutralny” (wskaźnik kierunku wpływu przyjmuje wartość „0”) lub „niekorzystny” (wskaźnik kierunku wpływu przyjmuje wartość „-1”).

Wskaźnik realizacji celu głównego i wskaźniki realizacji celów częściowych pełnią rolę zmiennych wyjściowych modelu. Wartości wskaźników realizacji celów częściowych wyznaczane są dla każdego z działań głównych i dla każdego celu częściowego. Obliczane są one każdorazowo jako iloczyn trzech czynników, tj. wartości działania głównego, wartości odpowiedniego wskaźnika działań częściowych i wartości odpowiedniego wskaźnika kierunku wpływu tych działań.

Charakter wyników finalnych mają te wartości wskaźników realizacji celów częściowych, które są sumą wartości wskaźników, wyznaczonych dla każdego celu częściowego (wiersz „Suma” w tabeli 38). Wyrażają one bowiem finalne efekty osiągnięte w wyniku realizacji tych celów. Wartość wskaźnika realizacji celu głównego jest sumą wartości wskaźników realizacji celów częściowych (wiersz „Wsk. realizacji celu głównego C” w tabeli 38). Sposób obliczania wskaźnika realizacji celu głównego jest typowy dla dwuwarstwowej sieci neuronowej. Zależności przedstawione w tabeli 38 można bowiem przedstawić graficznie w postaci takiej sieci.

Odnosząc powyższy opis cech ilościowych modelu do działania głównego zakładającego rozwój i utrzymanie infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF), można stwierdzić, że przypisując mu 20 punktów uznano je za najbardziej istotne dla rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych.

Wskaźniki działań cząstkowych dla działania INF sygnalizują, że działanie to w największym stopniu, tj. w 30%, będzie zaangażowane w realizację celu C_R , zakładającego poprawę konkurencyjności transportu. Uznano, że w równym stopniu wynoszącym 25% działanie INF przyczyni się do osiągnięcia celu C_B , zakładającego zapewnienie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych, oraz celu C_S , zakładającego realizację kategorii społecznych. Przyjęto, że 20% wartości działania INF przełoży się bezpośrednio na osiągnięcie celu C_E , zakładającego redukcję emisji CO_2 , pochodzących z transportu samochodowego.

Wskaźniki kierunku wpływu działań cząstkowych informują o przyjęciu założenia o neutralnym wpływie działania INF na osiągnięcie celu C_R oraz korzystnym wpływie tego działania na osiągnięcie pozostałych celów cząstkowych. Obliczenia wykonane z wykorzystaniem modelu pozwoliły na punktową ocenę tych wpływów. Dodatni wkład wnoszony przez działanie INF do osiągnięcia celu C_E wynosi 4 punkty. W przypadku celów C_B i C_S wkład ten wynosi po 5 punktów. Ze względu na założenie o neutralnym wpływie tego działania na osiągnięcia celu C_R wymiar punktowy tego wpływu jest równy zero.

Autorka zdaje sobie sprawę z dyskusyjnego charakteru założeń dotyczących działań głównych i cząstkowych, które umożliwiły nadanie jakościowemu modelowi transportu samochodowego charakteru ilościowego. Dlatego też punktem oparcia dla tych założeń była nie tylko wiedza autorki dotycząca funkcjonowania transportu samochodowego w Polsce oraz zależności związane z jego przeobrażaniem w kierunku transportu niskoemisyjnego w wyniku stosowania paliw alternatywnych, ale także wyniki badania ankietowego, do którego zaproszono osoby ze świata nauki i biznesu, zajmujące się badaną problematyką. Wypełnienie ankiety polegało bowiem na określeniu preferowanego zestawu założeń¹². Reprezentatywny charakter zbiorowości próbnej tych osób pozwolił na uzyskanie informacji o wysokiej wartości poznawczej. W badaniu ankietowym wzięły bowiem udział osoby z wiodących w kraju, w zakresie badanej problematyki, ośrodków naukowych, np.: Uniwersytetu Gdańskiego, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytetu w Białymstoku, Uniwersytetu Łódzkiego, Politechniki Śląskiej, Wojskowej Akademii Technicznej, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytutu Transportu Samochodowego.

Wyniki badania ankietowego wskazują, iż preferowane przez ekspertów zestawy założeń były zróżnicowane (tabela 39). Największy stopień

12 Zaproszenie do wzięcia udziału w badaniu ankietowym zostało skierowane do ośrodków naukowych w Polsce, zajmujących się badaniem potrzeb energetycznych transportu, tematyką paliw alternatywnych i transportu niskoemisyjnego.

zgodności dotyczył wskazań działań D_S , które generalnie uznane zostały za mniej istotne. Ponad 47% tych wskazań dotyczyła bowiem trzeciego, zaś 10,3% czwartego stopnia istotności w czterostopniowej skali¹³. Za bardziej istotne działanie D_S uznano w 42,3% wskazań, przy czym 20,5% tych wskazań dotyczyło drugiego stopnia, zaś 21,8% pierwszego stopnia istotności w tej skali.

Ponad 65% wskazań dotyczyło pierwszego lub drugiego stopnia istotności działania D_E , przy czym 37,2% dotyczyło pierwszego stopnia istotności. Zatem działanie to postrzegane było generalnie przez ekspertów jako bardziej istotne niż działanie D_S . Rozkład wskazań dotyczących działań D_R i D_B świadczy o tym, że działania te zostały generalnie uznane przez ekspertów za stosunkowo istotne.

Wykorzystanie wyników badania ankietowego w pracy z modelem pozwala na pozytywną weryfikację głównej hipotezy badawczej, mimo iż eksperci różnili się opiniami na temat założeń dotyczących działań głównych i cząstkowych, determinujących efektywności realizacji celu głównego i celów cząstkowych. Wyniki otrzymane w rezultacie obliczeń wykonanych z wykorzystaniem założeń sformułowanych przez ekspertów wykazały bowiem jedynie różnice w poziomach tych efektywności, co odpowiada zróżnicowaniu uzyskanych wartości wskaźników realizacji celu głównego C i celów cząstkowych C_R , C_E , C_B i C_S (rysunek 38). Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym przyczyni się do rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce, zapewniając przy tym osiągnięcie celów gospodarczych, środowiskowych i społecznych strategii rozwoju zrównoważonego¹⁴.

Tabela 39. Wskazania ekspertów dotyczące istotności działań cząstkowych (w %)

Skala istotności	D_R	D_E	D_B	D_S
I stopień istotności	37,2	37,2	32,1	21,8
II stopień istotności	17,9	28,2	26,9	20,5
III stopień istotności	35,9	20,5	28,2	47,4
IV stopień istotności	9,0	14,1	12,8	10,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankiet.

13 O stopniu istotności decydowały wartości wskaźników działań cząstkowych, określone przez wszystkich ekspertów dla wszystkich działań głównych.

14 Wyjątek stanowi wynik uzyskany z wykorzystaniem założeń sformułowanych przez reprezentanta przedsiębiorstwa transportowego. Wynik ten wskazuje bowiem, że nie zostanie spełniony cel cząstkowy C_R .

Wyniki badań ankietowych potwierdziły zróżnicowanie założeń dotyczących działań głównych i częściowych, determinujących efektywności realizacji celu głównego i celów częściowych. Do tego zróżnicowania przyczyniła się przede wszystkim złożoność zależności rządzących funkcjonowaniem transportu samochodowego i zależności zachodzących między tym funkcjonowaniem i korzystaniem przez transport samochodowy z paliw alternatywnych. Przyczyną zróżnicowania mogły być także niejednocilnie rozłożone akcenty prac badawczych ekspertów, którzy wzięli udział w badaniu ankietowym. Eksperti reprezentują bowiem różne ośrodki naukowe i badawcze oraz jednostki biznesowe z branży transportowej. Jednocześnie zróżnicowanie tematyki ich prac badawczych i zakresu reprezentowanych przez nich podmiotów przyczyniło się do wszechstronności przeprowadzonego badania ankietowego.

Wobec zróżnicowania założeń dotyczących działań głównych i częściowych, oprócz analizy statycznej, istotna stała się analiza o charakterze dynamicznym, tj. analiza wrażliwości, której poświęcono podrozdział 5.4.3. Jej wyniki pozwalają bowiem ograniczyć wątpliwości wynikające z dyskusyjnego charakteru tych założeń.

5.4. Szacowanie efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce

5.4.1. Uzasadnienie założeń

Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku zastosowania paliw alternatywnych oszacowano z wykorzystaniem modelu jakościowego (rysunek 35) i założeń ilościowych, które zawarto w tabeli 38. Założenia te dotyczą istoty (wartości) działań głównych, tj. działań na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych wynikających z polityki ochrony klimatu (działanie OKL), działań na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF), działań na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA), działań na rzecz zapewnienia ciągłości paliw alternatywnych (działanie CDO), działań na rzecz zapewnienia efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych (działanie EFE) i promowania stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO), wartości wskaźników działań częściowych D_R , D_E , D_B i D_S oraz wartości wskaźników kierunku wpływu tych działań.

Za „najbardziej istotne” z punktu widzenia wpływu wykorzystania paliw alternatywnych na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce autorka uznała działania INF i PRO. Biorąc pod uwagę ten sam punkt widzenia, za „znaczące” uznano działania OKL i RPA, zaś za „warte uwzględnienia” działania CDO i EFE. O najwyższej istotności działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF) zadecydował fakt, iż tworzy ono warunki do wykorzystania paliw alternatywnych. Warunki te determinują rozwój i prawidłowe funkcjonowanie rynku tych paliw, co sprzyja poprawie konkurencyjności transportu. Rozwój infrastruktury związanej z wykorzystaniem paliw alternatywnych obejmuje bowiem zarówno budowę pojazdów samochodowych z alternatywnymi źródłami napędu, jak i budowę oraz utrzymanie, bezpiecznych i uniwersalnych w skali UE, systemów i punktów ich zasilania tymi nośnikami energii. Realizacja tych uwarunkowań wymaga jednak wysokich nakładów finansowych.

Koszty budowy pojazdów z alternatywnymi systemami napędu stanowią istotną barierę ograniczającą zakres ich stosowania. Szczególnie kosztochłonny jest rozwój systemów ładowania samochodów elektrycznych, który wymaga budowy układów magazynowania energii elektrycznej i inteligentnych sieci, umożliwiających optymalne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii¹⁵. Koszty rozwoju infrastruktury potrzebnej do wykorzystania paliw alternatywnych osłabiają konkurencyjność transportu, która jest nimi obciążona zwłaszcza w krajach znajdujących się w początkowym okresie tego rozwoju, np. w Polsce. W okresie tym nie występuje bowiem jeszcze efekt skali, który pojawia się stopniowo wraz z rosnącym zakresem wykorzystania paliw alternatywnych.

Wobec powyższego autorka przyjęła założenie o wzajemnej kompensacie wspomnianych powyżej efektów działania INF względem konkurencyjności transportu w Polsce. Zatem mimo największego założonego wpływu tego działania na realizację celu C_R wpływ ten pozostanie neutralny. Jednocześnie systemy i punkty zasilania pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu korzystnie wpłyną (choć w mniejszym stopniu) na bezpieczeństwo dostaw paliw transportowych i dostępność transportową, chociaż dostępność tę, oprócz wysokich cen zakupu pojazdów z alternatywnymi systemami napędu, limitować będzie ograniczony zasięg i stosunkowo mała moc silników tych pojazdów, zwłaszcza w początkowej fazie ich wprowadzania.

Wysoka istota promowania stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO) dla rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego

15 *Renewables and electricity storage. A technology roadmap for REmap 2030*, International Renewable Energy Agency, Bonn–Abu Dhabi 2015.

w Polsce związana jest z akceptacją społeczną rozwoju i wykorzystania paliw alternatywnych. Skuteczną zachętą o charakterze niefinansowym, skłaniającą do używania pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu, są prawa uprzywilejowanego dostępu, obejmujące np. możliwość parkowania i/lub zasilania w miejskich strefach ograniczonego ruchu. Akceptację społeczną dla tych pojazdów mogą zwiększyć kampanie informacyjne i projekty demonstracyjne.

Za istotne czynniki zwiększające skłonność konsumentów do zakupu ekologicznych i energooszczędnych pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu można uznać zachęty finansowe, obejmujące m.in. preferencje podatkowe i preferencje w opłatach za korzystanie z dróg. Zachęty te są szczególnie ważne dla potencjalnych użytkowników tych pojazdów w Polsce. Ze względu na niższe dochody zakup pojazdu z alternatywnym źródłem napędu jest bowiem znacznie większym obciążeniem dla ich budżetów domowych niż dla potencjalnych nabywców takiego pojazdu z Norwegii i najbardziej rozwiniętych państw członkowskich UE¹⁶.

Zaufanie konsumentów do paliw alternatywnych, zwłaszcza biopaliw, może wzrosnąć w wyniku kierowanych do nich ujednoliconych informacji na temat ich jakości i możliwości stosowania w pojazdach, dostępności punktów zasilania, a także na temat aspektów środowiskowych, finansowych i związanych z bezpieczeństwem ich dostaw¹⁷.

Walory ekologiczne pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu zdecydowały o największym, jednokierunkowym i korzystnym wpływie działań PRO na ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z transportu. Korzystny, choć mniejszy wpływ wykorzystania paliw alternatywnych na rynek paliw transportowych wynika głównie z ich konkurencyjnych cen. Można sądzić, że działanie PRO będzie zaangażowane w realizację celów C_B i C_S, ale w przypadku obu tych celów jego efekt pozostanie neutralny. Korzystny wpływ wywierany przez działanie PRO w zakresie transportu publicznego¹⁸ zrównoważony bowiem zostanie dużą rezerwą użytkowników prywatnych samochodów w stosunku do korzystania z paliw alternatywnych i pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu.

Działanie na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych, wynikające z polityki ochrony klimatu (działanie OKL), jest „znaczące”, ponieważ

16 Z danych opublikowanych przez Avere France wynika, że w 2015 r. udział samochodów elektrycznych zarejestrowanych w Norwegii, Francji, Wielkiej Brytanii i Niemczech w łącznej liczbie tych samochodów zarejestrowanych w Europie wynosił ok. 75%.

17 *Clean power for transport. A European alternative fuels strategy*, COM(2013) 17 final, Brussels 2013.

18 Przykład korzystnego wpływu stanowią zamówienia publiczne na środki komunikacji miejskiej.

ma ono mocne podstawy w strategii rozwoju zrównoważonego i polityce ekologicznej UE, która aspiruje do roli światowego lidera w walce ze zmianami klimatu. Podstawy te wynikają także z kosztów rzędu 0,8–2,0 mld EUR rocznie, które mogą obciążyć UE w przypadku zaniechania tej walki¹⁹. Dlatego też polityka ekologiczna UE, wzmocniona postanowieniami paryskiej konferencji klimatycznej COP 21 z grudnia 2015 r., zapewnia działaniu OKL zarówno stabilność, jak i (stopniowo rosnącą) efektywność²⁰. Postanowienia te wzmocniły tę politykę zwłaszcza w sektorach pozostających poza systemem EU ETS, w tym w transporcie. W wyniku tych postanowień ustalono bowiem, że w perspektywie do 2030 r. każde z państw członkowskich UE będzie redukować emisje CO₂ pochodzące z tych sektorów, realizując cele krajowe na poziomie od zera do minus 40% w stosunku do 2005 r.²¹ Ustalenie to jest szczególnie niekorzystne dla Polski, która na mocy pakietu klimatyczno-energetycznego mogła zwiększyć te emisje o 14% w perspektywie do 2020 r.²² Zatem orientacja działania OKL bezpośrednio na wprowadzanie paliw alternatywnych i rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego jest głównym powodem przypisania mu największego i korzystnego wpływu na ograniczanie emisji CO₂ pochodzących z transportu.

Wydaje się, że wprowadzenie na rynek paliw alternatywnych przyczyni się (choć w mniejszym stopniu) do poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych, przede wszystkim ze względu na możliwość substytucji paliw tradycyjnych, opartych na surowcach ropopochodnych. Można sądzić, że wydatki na badania i innowacje, szczególnie wysokie i istotne w Polsce, ponoszone w celu dostosowania funkcjonowania transportu samochodowego do wymogów transportu niskoemisyjnego, spowodują wzrost kosztów tego funkcjonowania. Jedną z istotnych przyczyn tego wzrostu mogą być wspomniane powyżej postanowienia konferencji COP 21. Koszty te uzasadniają założenie o niekorzystnym wpływie działania OKL na konkurencyjność transportu samochodowego w Polsce względem zagranicznych przewoźników.

19 Federalny Urząd ds. Środowiska, <http://www.umweltbundesamt.de/> [dostęp 14.12.2015].

20 R. Zasuń, J. Piszczatowska, *Szczyt klimatyczny psuje klimat dla węgla*, <http://www.obserwatorfinansowy.pl> [dostęp 15.12.2015].

21 *Przed Polską kolejne negocjacje klimatyczne w ramach UE*, www.cire.pl [dostęp 29.02.2016].

22 *Krótkookresowe skutki makroekonomiczne pakietu energetyczno-klimatycznego w gospodarce Polski*, Narodowy Bank Polski. Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2012, s. 4.

Z kolei korzystny (choćby najmniejszy) wpływ działania OKL na realizację celu C_s uzasadnia możliwość ograniczania liczby ekstremalnych zjawisk pogodowych i ich skutków, które obciążają jakość życia społeczeństw. Skutki te obejmują bowiem zarówno bezpośrednie straty materialne, jak i straty pośrednie, wynikające z efektów zakłóceń funkcjonowania branż przemysłowych i usługowych, najbardziej istotnych dla tej jakości. Wymownym tego przykładem w Polsce były przerwy w dostawach energii elektrycznej dla odbiorców przemysłowych, które wystąpiły w sierpniu 2015 r.²³ Przerwy te były efektem fali upałów i niskich stanów wody w rzekach, co spowodowało pogorszenie warunków pracy urządzeń wytwórczych i sieci elektroenergetycznych²⁴. Jednocześnie, analizując wpływ działania OKL na realizację celu C_s , przyjęto założenie o wzajemnej kompensacie skutków redukcji zatrudnienia w branżach związanych z tradycyjnymi paliwami transportowymi i wzrostu zatrudnienia w branżach zorientowanych na paliwa alternatywne.

Wydaje się, że działanie na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA) jest „znaczące” ze względu na silne jego osadzenie w polityce transportowej. Wprowadzenie paliw alternatywnych na rynek wywrze korzystny wpływ na realizację wszystkich celów częściowych. Można sądzić, że wpływ ten w największym stopniu zorientowany będzie na realizację celu C_E , zakładającego ograniczenie emisji CO_2 pochodzących z transportu.

Transport pozostaje bowiem poza Europejskim Systemem Handlu Emisjami, stąd też stosunkowo duży jest potencjał redukcji emisji CO_2 . Duży odsetek zaawansowanych wiekowo, a przez to szczególnie uciążliwych dla środowiska, samochodów osobowych sprawia, że potencjał ten jest szczególnie duży w Polsce. Szacując wpływ działania RPA na realizację celu C_E , wzięto pod uwagę, że wytwarzanie biopaliw I generacji wiąże się z ograniczeniem powierzchni lasów i niekorzystną zmianą sposobów użytkowania gruntów.

Możliwość korzystania z paliw alternatywnych powinna się przyczynić do poprawy bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych. Za podstawową przyczynę tej poprawy można uznać pojawienie się nowych i w mniejszym stopniu powiązanych z zasobami surowców ropopochodnych źródeł zasilania pojazdów samochodowych. Jednak możliwość ta stanie się

23 Wobec niskiej elastyczności polskiego systemu elektroenergetycznego istnieje realne zagrożenie, że przerwy te mogą także objąć bezpośrednio odbiorców indywidualnych.

24 J. Rączka, J. Maćkowiak-Pandera, *Niedobory mocy w polskim systemie elektroenergetycznym*, Forum Analiz Energetycznych, www.fae.org.pl [dostęp 22.08.2015].

realna pod warunkiem poniesienia kosztów przeprowadzenia czynności o charakterze organizacyjno-adaptacyjnym, obejmujących np. normalizację specyfikacji technicznej paliw alternatywnych i połączeń umożliwiających zasilanie tych pojazdów.

Pojawienie się nowych i w mniejszym stopniu powiązanych z zasobami surowców ropopochodnych źródeł zasilania pojazdów samochodowych uzasadnia także korzystny (choć mniejszy) wpływ działania RPA na ceny paliw transportowych, a przez to na konkurencyjność transportu samochodowego w Polsce. Konkurencja cenowa powinna bowiem doprowadzić do spadku tych cen, mimo że może ona zostać zakłócona administracyjnie poprzez wsparcie dla biopaliw. Spadkowi cen paliw transportowych może także przeciwdziałać opodatkowanie paliw alternatywnych. O korzystnym (choćaj najmniejszym) wpływie działania RPA na środowisko społeczne przesądziła możliwość znacznego ograniczenia przez Polskę kosztów importu ropy naftowej i przeznaczenia części lub całości zaoszczędzonych środków na realizację celów społecznych²⁵. Alokację zatrudnienia uznano bowiem za neutralną.

Działanie na rzecz zapewnienia ciągłości paliw alternatywnych (działanie CDO) jest „warte uwzględnienia” ze względu na dążenie UE i Polski do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, a transport jest jednym z działów gospodarki narodowej naszego kraju, który zgłasza duże zapotrzebowanie na energię²⁶. Autorka zakłada korzystny wpływ tego działania na realizację wszystkich celów częściowych, przy czym wpływ ten w największym stopniu przełoży się na poprawę bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych w Polsce. Działania na rzecz zapewnienia ciągłości dostaw paliw alternatywnych wpłyną bowiem korzystnie na to bezpieczeństwo.

Na ciągłość tę korzystnie może wpłynąć szersze wykorzystanie rodzimych zasobów energii²⁷, optymalna organizacja i współpraca uczestników łańcucha dostaw paliw alternatywnych, a także dywersyfikacja źródeł dostaw i zwiększenie zdolności magazynowania tych paliw. Dla zapewnienia ciągłości dostaw paliw alternatywnych ważna będzie koordynacja działań w zakresie tych dostaw w skali UE. W przekonaniu wielu polityków, mimo podejmowanych działań integracyjnych, „energetyka jest brakującym elementem jednolitego rynku UE”²⁸.

25 Przy założeniu rynkowych cen ropy naftowej na poziomie 40 USD za baryłkę szacunkowy roczny koszt importu ropy naftowej przez Polskę wynosi ok. 30 mld PLN.

26 R. Rolbiecki, *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej a polityka energetyczna w transporcie*, „Współczesna Gospodarka” 2015, vol. 6, issue 2.

27 Polska jest uzależniona od importu ropy naftowej w 97%.

28 *Europa podzielona w sprawie Unii Energetycznej i gazu z Rosji*, www.biznesalert.pl [dostęp 12.10.2015].

Można sądzić, że działanie CDO wpłynie korzystnie, chociaż pośrednio, na ograniczenie emisji CO₂ pochodzących z transportu samochodowego, sprawne funkcjonowanie rynku paliw alternatywnych oraz na środowisko społeczne w Polsce. Działanie to sprzyja bowiem dostępności zero- lub niskoemisyjnych paliw alternatywnych, zwiększając przez to ofertę i konkurencyjność cenową na rynku paliw transportowych oraz komfort zakupu tych paliw.

Za porównywalne z działaniem CDO, pod względem istotności dla wprowadzania paliw alternatywnych i rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce, uznano działanie na rzecz efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych (EFE), które „warto uwzględnić”, ponieważ akcentuje ono rolę zarządzania w kształtowaniu łańcuchów dostaw paliw alternatywnych²⁹. W wyniku właściwego zarządzania tymi łańcuchami można bowiem uzyskać tak istotne ich walory, jak efektywność oraz niezawodność operacyjną i środowiskową³⁰. Walory te mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw paliw alternatywnych oraz ograniczania emisji CO₂ pochodzących z transportu samochodowego, co uzasadnia największy i korzystny wpływ działania EFE na realizację celów C_B i C_E.

Właściwe zarządzanie łańcuchami dostaw paliw alternatywnych oznacza niższe koszty i wyższą jakość ich funkcjonowania, co stwarza istotne kryterium wyboru najbardziej optymalnych z nich. Dlatego też możliwość redukcji kosztów funkcjonowania łańcuchów paliw alternatywnych tłumaczy korzystny (choć mniejszy) wpływ działania EFE na ceny paliw alternatywnych, a przez to na ceny paliw transportowych, przyczyniając się tym samym do realizacji celu C_R. Wydaje się, że działanie EFE pozostanie jednocześnie neutralne względem mobilności i dostępności transportowej, tj. realizacji celu C_S. Dla większości konsumentów paliw transportowych postrzeganie produktu finalnego generalnie nie zależy bowiem od sposobu, w jaki ten produkt dostarczony do punktu zasilania, chociaż w pewnym stopniu istotna może być jego niezawodność, tj. zdolność do spełniania misji „*Time and Place*”³¹.

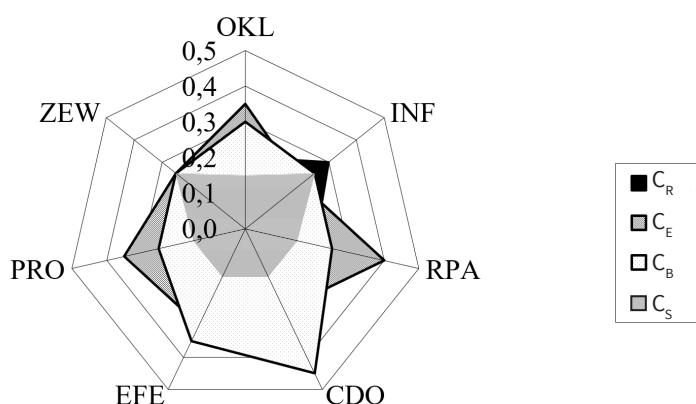
29 S. Kot, M. Starosta-Patyk, D. Krzywda, *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, Sekcja Wydawnictw Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009.

30 W Polsce w zarządzaniu łańcuchami dostaw paliw alternatywnych tkwią znaczne rezerwy.

31 Spełnienie misji „*Time and Place*” oznacza dostawę produktu dokładnie tam i dokładnie wtedy, gdy klient go potrzebuje.

5.4.2. Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych

Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych wyznaczono za pomocą modelu ilościowego (tabela 38), który stanowi obliczeniową wersję modelu jakościowego (rysunek 35). Oba modele w sposób uproszczony, ale przejrzysty odwzorowują mechanizm funkcjonowania tego transportu. Uwzględniają one bowiem najbardziej istotne zależności determinujące efekty tego rozwoju. Zależnościom tym przypisano właściwości, wykorzystując założenia, które uzasadniono w poprzednim podrozdziale. Założenia dotyczące wartości wskaźników działań cząstkowych przedstawiono syntetycznie na rysunku 36. Zwraca uwagę duży i jednocześnie największy obszar realizacji celu C_B , co oznacza, że działania główne koncentrują w tym obszarze znaczną część swoich „mocy”, które są źródłem działań cząstkowych D_R , D_E , D_B i D_S , zaangażowanych w realizację celów cząstkowych C_R , C_E , C_B i C_S .

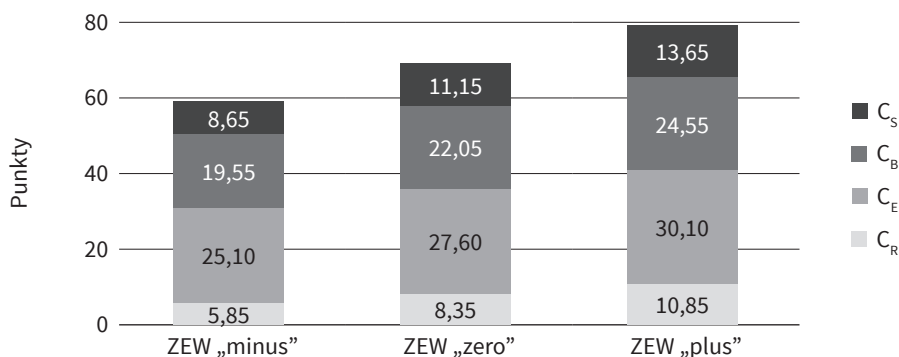


Rysunek 36. Założenia dotyczące wartości wskaźników działań cząstkowych

Źródło: opracowanie własne.

Rozkład wartości wskaźników działań cząstkowych dla czynników zewnętrznych (ZEW) ma charakter równomierny, co oznacza, iż przyjęto założenia o jednakowym stopniu wpływu ZEW na realizację wszystkich czterech celów cząstkowych (rysunek 36). Jednak z obliczeń wykonanych w tabeli 38 wynika, że wpływ ZEW nie przekłada się na

ich realizację. Powodem jest założenie o wzajemnej neutralizacji efektów tego wpływu. Zatem wyznaczone w tabeli 38 wartości wskaźników realizacji celów częściowych są jedynie efektem wpływu działań OKL, INE, RPA, CDO, EFE i PRO (na rysunku 37 sytuacji tej odpowiada scenariusz ZEW „zero”). Wpływ ZEW na realizację celów częściowych C_R , C_E , C_B i C_S i celu głównego C ujęto w dwóch skrajnych scenariuszach. Scenariusz ZEW „minus” zakłada bowiem niekorzystny, zaś scenariusz ZEW „plus” korzystny wpływ ZEW na realizację wszystkich celów częściowych.



Rysunek 37. Wpływ czynników zewnętrznych na efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce

Źródło: opracowanie własne.

Analiza scenariusza ZEW „zero” prowadzi do wartości wskaźnika realizacji celu C na poziomie 69,15 punktów. Wartość ta oznacza, że nieco ponad 69% działań skierowanych na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodu w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych wpływa konstruktywnie na realizację tego celu, a wpływ pozostałej części tych działań kompensuje się wzajemnie.

Strukturę realizacji celu C oddają uzyskane wartości wskaźników realizacji celów C_R , C_E , C_B i C_S . Ze struktury tej wynika, że największa część działań o konstruktywnym wpływie będzie zaangażowana w realizację celu C_E , zaś nieco mniejsza część w realizację celu C_B . Stąd też wniosek o możliwości uzyskania największych efektów w wyniku realizacji tych celów. Wartości wskaźników realizacji celów C_E i C_B wynoszą bowiem odpowiednio 27,60 punktów i 22,05 punktów. Taki też jest wymiar ich wkładu, wnoszonego do realizacji celu C .

Uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań wartości wskaźników realizacji celów częściowych C_S i C_R , odpowiednio 11,15 punktów

i 8,35 punktów sygnalizują, że cele te mogą zostać osiągnięte w znacznie mniejszym stopniu niż cele C_B i C_E . Dotyczy to zwłaszcza celu C_R , którego osiągnięcie, wobec stosunkowo niskiego wymiaru punktowego, może być trudne.

Wzajemna kompensata efektów części działań głównych może świadczyć o odchyleniu między realizacją celów częściowych C_R , C_E , C_B , C_S i celu głównego C a celami zadanymi i wynikającej stąd potrzeby korekty strategii rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, a w szczególności założeń polityki transportowej zarówno na szczeblu unijnym, jak i krajowym (rysunek 35).

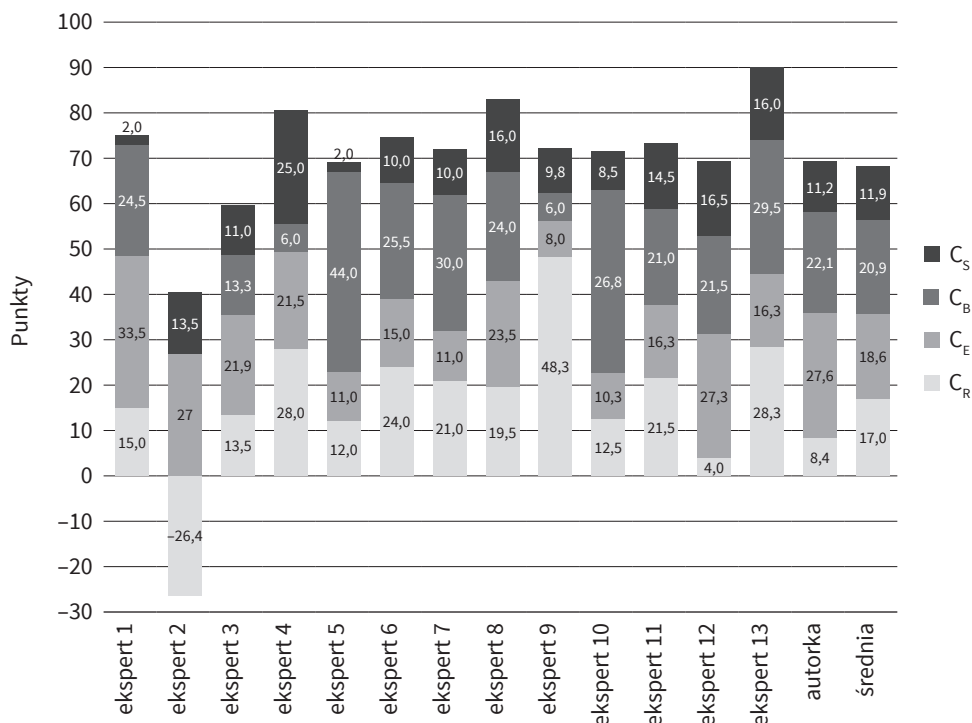
Analiza scenariusza ZEW „minus” pozwoliła na wyznaczenie dolnej granicy efektywności realizacji celu głównego i celów częściowych. Dla celu głównego granica ta wynosi 59,15 punktów, co oznacza spadek wartości punktowej realizacji tego celu wyznaczonej w scenariuszu ZEW „zero” o 16,91%. W scenariuszu ZEW „minus” najbardziej ucierpi efektywność realizacji celu C_R (spadek tej efektywności wyniesie 42,74% w stosunku do wartości punktowej wyznaczonej w scenariuszu ZEW „zero”). W scenariuszu ZEW „minus” niższa będzie także efektywność realizacji celów C_S (spadek o 28,90%), C_B (spadek o 12,79%) i C_E (spadek o 9,96%). Wartości punktowe realizacji celów częściowych odpowiadające tym spadkom przedstawiono na rysunku 37.

Analogiczne postępowanie w stosunku do scenariusza ZEW „plus” pozwoliło na wyznaczenie górnej granicy efektywności realizacji celu głównego i celów częściowych. Dla celu głównego granica ta wynosi 79,15 punktów, co oznacza wzrost wartości punktowej realizacji tego celu w stosunku do analogicznej wartości wyznaczonej w scenariuszu ZEW „zero” o 14,46%. W scenariuszu ZEW „plus” najbardziej zyska efektywność realizacji celu częściowego C_R (wzrost tej efektywności wyniesie 29,94% w stosunku do wartości punktowej wyznaczonej w scenariuszu ZEW „zero”), a następnie celu C_S (wzrost o 22,42%), C_B (wzrost o 11,34%) i C_E (wzrost o 9,06%). Wartości punktowe realizacji celów częściowych odpowiadające tym wzrostom przedstawiono na rysunku 37.

Podobne wnioski wynikają z obliczeń przeprowadzonych z wykorzystaniem założeń, sformułowanych przez ekspertów. Wnioski te wskazują bowiem na korzystny wpływ wykorzystania paliw alternatywnych na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce. Zróżnicowana jest jednak wielkość i struktura tego wpływu.

Wyniki badań ankietowych, uzyskane z wykorzystaniem założeń sformułowanych przez poszczególnych ekspertów, przedstawiono na rysunku 38. Na rysunku tym wielkości i strukturze wpływu wykorzystania paliw alternatywnych na rozwój transportu samochodowego w Polsce

odpowiada wysokość (stopień realizacji celu C) i struktura (stopień realizacji celów C_R , C_E , C_B i C_S) poszczególnych kolumn, reprezentujących te wyniki. Dodano dwie dodatkowe kolumny odpowiadające wynikom uzyskanym z wykorzystaniem założeń autorki oraz wynikom uśrednionym obliczonym na podstawie założeń wpływających z badania ankietowego³².



Rysunek 38. Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych – wyniki badania ankietowego

Źródło: opracowanie własne.

Średnia wartość wskaźnika realizacji celu C wynosi 68,50 punktów, a w największym stopniu przyczyniają się do niej wartości wskaźników realizacji celów C_B i C_E , zaś w mniejszym stopniu wartości wskaźników realizacji celów C_R i C_S . Na wyższą efektywność realizacji celu C wskazują

³² Struktura kolumny „autorka” odpowiada strukturze kolumny ZEW „zero” na rysunku 37. Z kolei wyniki średnie uzyskano jako średnie arytmetyczne wyników otrzymanych z wykorzystaniem założeń pochodzących ze wszystkich ankiet.

zwłaszcza wyniki uzyskane z wykorzystaniem założeń ekspertów 1, 4, 8 i 13, zaś na niższą jej efektywność wyniki uzyskane z wykorzystaniem założeń ekspertów 2, 3 i 10.

We wszystkich prezentowanych na rysunku 38 wariantach wyników badań ankietowych stosunkowo najbardziej stabilne są wartości wskaźników realizacji celów C_E i C_S . Wskaźnik realizacji celu C_E zaznacza bowiem wyraźnie swoją „obecność” we wszystkich wariantach, przy czym wydaje się ona „nadmierna” (w stosunku do wariantu „uśrednionego”) szczególnie w wariantach ekspertów 1, 2, 12 i autorki, zaś „niedoszacowana” w wariantach ekspertów 5, 6, 9 i 10. „Nadmiar” wskaźnika realizacji celu C_S jest najbardziej widoczny w wariancie eksperta 4, zaś jego wyraźny „niedobór” w wariantach ekspertów 1 i 5.

Bardziej zróżnicowane są wartości wskaźników realizacji celów C_R i C_B . Duży wpływ na większe odchylenie standardowe wartości tych wskaźników mają wyniki, które „dostarcza” wariant eksperta 2. Wskaźnik realizacji celu C_R ma bowiem w tym wariancie wartość ujemną, zaś wskaźnik realizacji celu C_B nie jest w nim reprezentowany³³. Wskaźnik realizacji celu C_R jest reprezentowany w „nadmiarze” w szczególności w wariantach ekspertów 4, 6, 9 i 13, zaś jego „niedobór” widoczny jest w wariancie eksperta 12 i autorki. Z punktu widzenia „obecności” wskaźnika realizacji celu C_B „nadmiarowy” jest wariant ekspertów 5, 7 i 13, zaś deficytowy wariant ekspertów 4 i 9.

5.4.3. Analiza wrażliwości efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych

Analizę wrażliwości efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku zastosowania paliw alternatywnych przeprowadzono ze względu na dyskusyjny charakter założeń, użytych do obliczeń z wykorzystaniem ilościowego modelu transportu samochodowego Polski. Charakter ten wynika nie tylko z dylematów autorki, które wystąpiły przy formułowaniu tych założeń, ale także ze zróżnicowanego zapatrywania się na te założenia ekspertów uczestniczących

³³ Autorem tego wariantu jest ekspert przedsiębiorstwa transportowego. Wynikająca z tego wariantu ujemna wartość wskaźnika realizacji celu częściowego C_R oznacza, iż w przekonaniu eksperta korzystanie z paliw alternatywnych zwiększy koszty funkcjonowania tego przedsiębiorstwa. Pogląd ten może znamionować opór przedsiębiorstw transportowych w zakresie korzystania z paliw alternatywnych i konieczność wsparcia finansowego ich wprowadzania na rynek.

w badaniu. Na potrzeby prowadzenia prac badawczych i osiągnięcia celu rozprawy niedogodności te wymagały jednoznacznego rozstrzygnięcia, co znalazło wyraz w wyborze konkretnego zestawu założeń, uznanego przez autorkę za optymalny. Jednak występowanie niedogodności może świadczyć o złożoności podejmowanej problematyki, ale także, wobec uzyskania konkretnych wyników badań, o skuteczności metody badawczej.

Z powodu dyskusyjnego charakteru przyjętego zestawu założeń analiza wrażliwości ma zapewnić dynamiczny przegląd wyników, uzyskanych z wykorzystaniem innych założeń. Dlatego też wyniki te³⁴ uczyniono funkcjami wartości punktowych działań głównych, tj. działania na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych wynikających z polityki ochrony klimatu (działanie OKL), działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF), działania na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA), działania na rzecz zapewnienia ciągłości paliw alternatywnych (działanie CDO), działania na rzecz zapewnienia efektywności łańcuchów dostaw paliw alternatywnych (działanie EFE) i promowania stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO), a także wartości wskaźników działań częściowych D_R , D_E , D_B i D_S oraz wskaźników kierunku wpływu tych działań. W ten sposób analiza wrażliwości umożliwia śledzenie wyników, które zmieniają się wraz z preferowanymi przez czytelnika zmianami założeń. Poniżej zaprezentowano funkcje wrażliwości, które zapewniają dynamiczny przegląd wyników uzyskanych z wykorzystaniem założeń, które można postrzegać za najbardziej dyskusyjne.

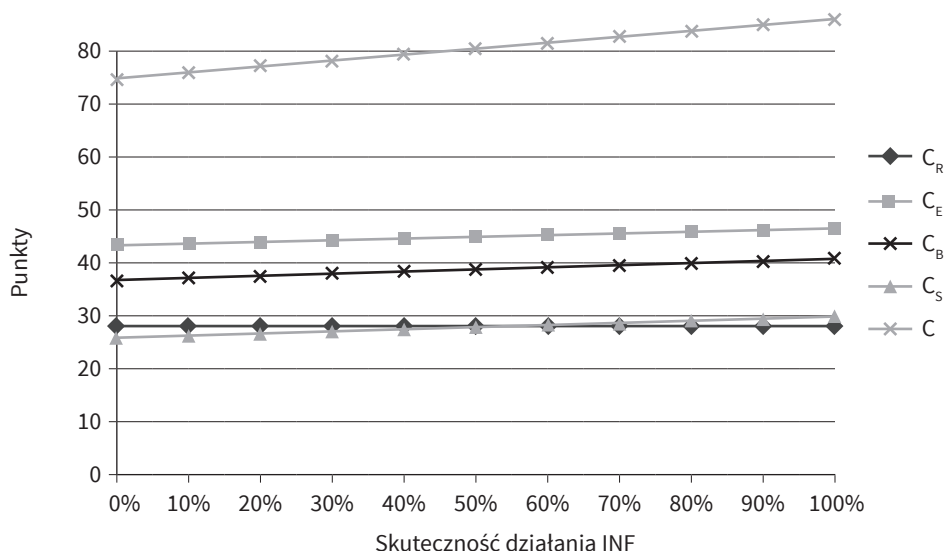
Przedmiotem pierwszej z przeprowadzonych analiz stała się wrażliwość wskaźnika realizacji celu C i celów C_R , C_E , C_B i C_S względem skuteczności działania INF, tj. działania uznanego przez autorkę i wielu uczestniczących w badaniu ekspertów za najbardziej istotne dla rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wprowadzania paliw alternatywnych³⁵ (rysunek 39).

Skuteczność działania INF wywiera stosunkowo niewielki korzystny wpływ na realizację celów C_B , C_E i C_S , pozostając jednocześnie neutralna wobec realizacji celu C_R . Wartości wskaźników realizacji celów C_B , C_E i C_S rosła bowiem odpowiednio z 17,05 do 22,05 punktów, z 23,60 do

34 Wynikami tymi są wartości wskaźników realizacji celów częściowych C_R , C_E , C_B i C_S i celu głównego C.

35 Punkt „0%” na osi poziomej oznacza zerową wartość punktową działania INF (działanie to jest nieskuteczne), zaś punkt „100%” na tej osi oznacza wartość punktową tego działania na poziomie 20, tj. na maksymalnym poziomie (działanie to jest wtedy w pełni skuteczne).

27,60 punktów i z 6,15 do 11,15 punktów, wyznaczając tym samym minimalne i maksymalne wartości tych wskaźników. Stosunkowo niewielki wzrost wartości wskaźników realizacji celów C_E , C_B , C_S przekłada się na bardziej wyraźny wzrost wartości wskaźnika realizacji celu C. Wartość ta zwiększa się bowiem z 55,15 do 69,15 punktów wraz ze wzrostem skuteczności działania INF.



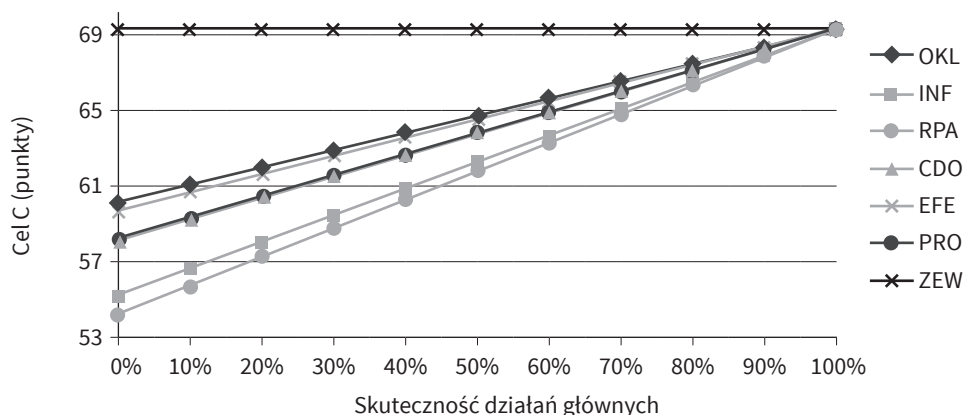
Rysunek 39. Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu głównego i celów częściowych względem skuteczności działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF)

Źródło: opracowanie własne.

Przedmiotem kolejnej analizy jest zależność między wskaźnikiem realizacji celu C a skutecznością wszystkich działań głównych (rysunek 40). Jej wyniki wskazują, że wartość tego wskaźnika jest w największym stopniu wrażliwa na zmiany skuteczności działania RPA, zaś w najmniejszym stopniu na zmiany skuteczności działania OKL. W przypadku działania RPA wartość wskaźnika realizacji celu C rośnie bowiem z poziomu 54,15 punktów, który odpowiada brakowi skuteczności tego działania, zaś w przypadku działania OKL wzrost wartości tego wskaźnika zaczyna się z poziomu 60,15 punktów³⁶. Oba te poziomy wyznaczają przedział, wewnątrz którego przebiegają funkcje wrażliwości.

³⁶ Przebieg prostej INF na rysunku 40 odpowiada przebiegowi prostej C na rysunku 39.

liwości realizacji celu C względem skuteczności pozostałych działań głównych³⁷. Wszystkie funkcje wrażliwości realizacji celu C względem skuteczności działań głównych osiągają wartość 69,15 punktów, gdy działania te są w pełni skuteczne.



Rysunek 40. Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu głównego względem skuteczności poszczególnych działań głównych

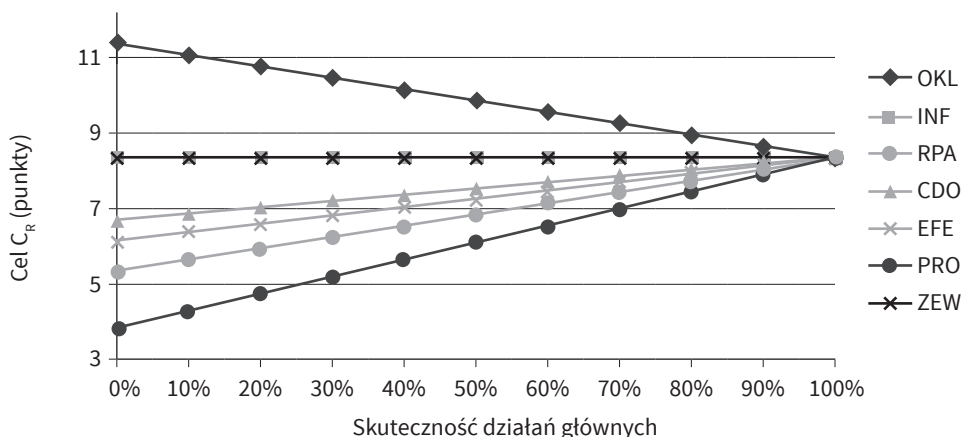
Źródło: opracowanie własne.

Z przeprowadzonych analiz wrażliwości realizacja celów C_R , C_E , C_B i C_S względem skuteczności poszczególnych działań głównych, za najbardziej wartościową, z punktu widzenia uzyskanych wyników, można uznać analizę dotyczącą realizacji celu C_R (rysunek 41). Tylko na realizację tego celu wywierany jest bowiem niekorzystny wpływ jednego z działań cząstkowych. Spadek skuteczności działania OKL, które jest źródłem tego działania cząstkowego, powoduje wzrost wartości wskaźników realizacji celu C_R . Wraz ze spadkiem skuteczności działania OKL wartości te zmierzają bowiem do poziomu 11,35 punktów. Wartości wskaźników realizacji celu C_R pozostają stałe wraz ze zmianami skuteczności działania INF.

Niższa skuteczność pozostałych działań głównych determinuje spadek wartości wskaźników realizacji celu C_R . Spadek tych wartości do poziomu 3,85 punktów, tj. największy spadek, związany jest ze spadkiem skuteczności działania PRO. Zatem przedział, w którym zawierają się wartości realizacji celu C_R , mieści się w przedziale od 11,35 punktów

³⁷ Poza tym przedziałem pozostaje prosta ZEW ze względu na założenie o wzajemnym znoszeniu się efektów działania ZEW. Wpływ ZEW na realizację celu głównego i celów cząstkowych przedstawiono na rysunku 37.

(poziom wyznaczony brakiem skuteczności działania głównego OKL) do 3,85 punktów (poziom wyznaczony brakiem skuteczności działania głównego PRO).



Rysunek 41. Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu C_R względem skuteczności poszczególnych działań głównych

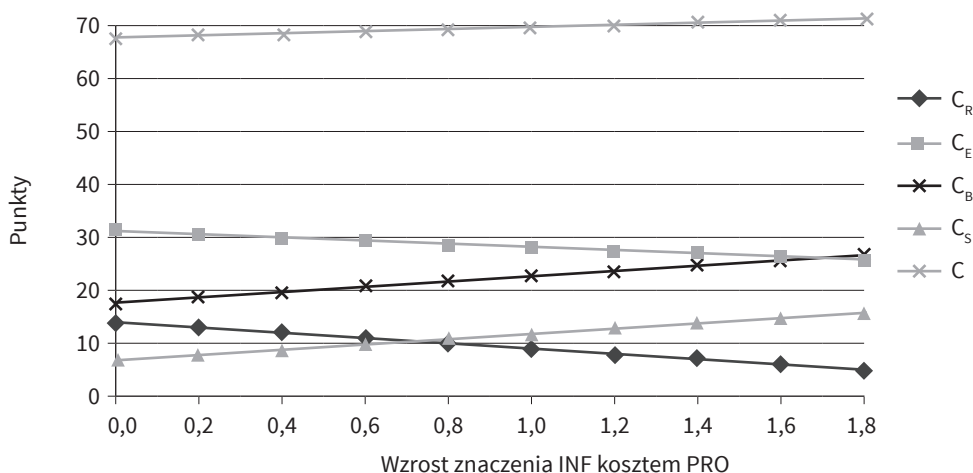
Źródło: opracowanie własne.

Kolejne dwie analizy dotyczą sytuacji, w których rośnie istota jednego z działań głównych kosztem istoty innego działania głównego³⁸. Pierwsza z nich ilustruje przypadek wzrostu istoty działania INF kosztem istoty działania PRO (rysunek 42). Drugi przypadek obejmuje wzrost znaczenia działania CDO kosztem znaczenia działania RPA (rysunek 43). Zdecydowano się na prezentację wyników właśnie tych analiz, ponieważ świadczą one o odmiennych charakterach analizowanych przypadków. Wyniki pierwszej analizy wskazują bowiem na dynamiczny charakter, zaś drugiej na stosunkowo statyczny charakter przypadków, będących ich przedmiotem.

Wzrost istoty działania INF kosztem istoty działania PRO powoduje stosunkowo niewielki wzrost wartości wskaźnika realizacji celu C . Wzrost ten zaczyna się bowiem z poziomu 67,15 punktów odpowiadającego zerowej wartości działania INF i maksymalnej wówczas wartości działania PRO (rysunek 42, punkt 0,0 na osi poziomej), a kończy na poziomie 70,75 punk-

38 Wzrost istoty działania głównego został wyrażony poprzez wzrost wartości punktowej tego działania. Punkty dodane temu działaniu odbierane są innemu działaniu tak, że łączna suma punktów przyznanych wszystkim działaniom nie zmienia się i wynosi 100.

tów, odpowiadającym maksymalnej wartości działania INF i minimalnej wartości działania PRO (rysunek 42, punkt 1,8 na osi poziomej)³⁹. Zasadniczą przyczyną wzrostu wartości wskaźnika realizacji celu C jest wzrost wartości wskaźników realizacji celów C_B i C_S , który postępuje wraz ze wzrostem wartości działania INF. Wartości każdego z tych wskaźników są bowiem o 9,00 punktów wyższe w całym poddanym analizie przedziale zmienności wartości działań INF i PRO.



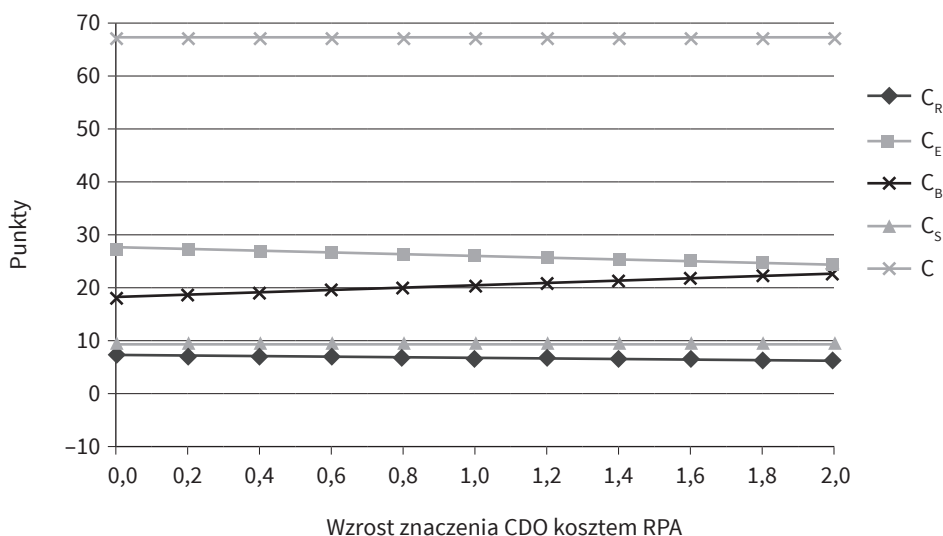
Rysunek 42. Przypadek wzrostu znaczenia działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF) kosztem działania na rzecz promowania stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO)

Źródło: opracowanie własne.

Wzrosty wartości wskaźników realizacji celów C_B i C_S nie są w pełni kompensowane spadkami wartości wskaźników realizacji celów C_R i C_E , które są niższe w tym przedziale odpowiednio o 9,00 i 5,40 punktów. Stąd też osłabiają one jedynie wzrost wartości wskaźnika realizacji celu C, wyznaczony wzrostem wartości wskaźników realizacji celów C_B i C_S . W konsekwencji w przedziale zmienności działań PRO i INF wartość wskaźnika realizacji celu C „zyskuje” 3,60 punktów.

³⁹ W punkcie 0,0 osi poziomej wartość działania PRO wynosi 38 punktów. Przesuwając się w prawo od tego punktu, wartość ta zmniejsza się, „oddając” swoje punkty wartości działania INF. W punkcie „1” tej osi wartości działań PRO i INF odpowiadają wartościom z tabeli 38. Z kolei punkt „1,8” osi poziomej odpowiada sytuacji, w której wartości działań PRO i INF wynoszą odpowiednio 2 i 36 punktów.

Wartość wskaźnika realizacji celu C nie ulega zmianie w przypadku wzrostu istoty działania CDO kosztem istoty działania RPA, chociaż zmieniają się wartości wskaźników realizacji celów C_R , C_E i C_B (rysunek 43).



Rysunek 43. Przypadek wzrostu znaczenia działania na rzecz zapewnienia ciągłości paliw alternatywnych (działanie CDO) kosztem działania na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA)

Źródło: opracowanie własne.

Stołość wartości wskaźnika realizacji celu C jest rezultatem wzajemnej kompensaty wzrostu wartości wskaźnika realizacji celu C_B o 3,96 punktów i spadków wartości wskaźników realizacji celów C_E i C_R odpowiednio o 2,97 i 0,99 punktów, a także niezmienności wartości wskaźnika realizacji celu C_S . Kompensata ta zapewnia stałą wartość wskaźnika realizacji celu C w całym analizowanym przedziale zmienności wartości działań CDO i RPA.

5.5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość realizacji celu głównego (cel C), zakładającego rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych. Bada-

nia wykazały także, że efektywność realizacji tego celu może być wyższa, jeśli efekty części działań głównych podejmowanych na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych nie będą się wzajemnie kompensować lub mniejszy będzie stopień kompensacji tych efektów. Możliwa jest także realizacja celów cząstkowych, obejmujących poprawę konkurencyjności transportu samochodowego (cel C_R), ograniczenie emisji CO_2 pochodzących z transportu samochodowego (cel C_E), zapewnienie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (cel C_B) oraz realizację kategorii społecznych (cel C_S).

Przedstawione powyżej wnioski są wspólne dla wszystkich analiz, które przeprowadzono z wykorzystaniem różnych zestawów założeń, w tym sformułowanych przez ekspertów. Założenia dotyczą horyzontu czasowego do 2030 r. i obejmują określenie wartości punktowych działań głównych, które odpowiadają ich istocie. Wykorzystując teorię zbiorów rozmytych, działania te podzielono na działania cząstkowe, którym przypisano kierunek wpływu i przypisano cele cząstkowe. W ten sposób pozytywnie zweryfikowano piątą pomocniczą hipotezę badawczą, zgodnie z którą istnieje możliwość wartościowania, identyfikacji obszarów oddziaływania i określania kierunków działań podejmowanych na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym. Zarówno cel główny, jak i cele cząstkowe mogą być osiągnięte w różnym stopniu. Wykorzystanie modelu i założeń sformułowanych przez ekspertów pozwala na stwierdzenie, że efektywność realizacji celu głównego (cel C) wyniesie ok. 68%, co oznacza jednocześnie, że ok. 32% efektów działań podejmowanych na rzecz stosowania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym w Polsce ulegnie wzajemnej kompensacji. Do efektywności realizacji celu C w największym stopniu przyczyni się realizacja celu cząstkowego, zakładającego zapewnienie bezpieczeństwa paliw transportowych w Polsce (cel C_B), której efektywność wyniesie ok. 21%. Niższe będą efektywności realizacji celów zakładających: ograniczenie emisji CO_2 , pochodzących z transportu samochodowego (cel C_E), poprawę konkurencyjności transportu samochodowego (cel C_R) i realizację kategorii społecznych (cel C_S), które wyniosą odpowiednio ok. 19%, 17% i 12%.

Analogiczne badanie przeprowadzone z wykorzystaniem założeń preferowanych przez autorkę prowadzi do wniosku, że cel C jest realizowany z efektywnością ok. 69%, do której w największym stopniu przyczyni się realizacja celu C_E , której efektywność wyniesie ok. 28%. Nieco niższa będzie efektywność realizacji celu C_B , która wyniesie ok. 22%. Natomiast znacznie niższe będą efektywności realizacji celów C_S i C_R . Efektywności te wyniosą odpowiednio ok. 11% i ok. 8%. W wariancie

autorki 31% efektów działań podejmowanych na rzecz stosowania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym w Polsce ulegnie wzajemnej kompensacie.

Jednym z powodów niejednoznacznych wyników są różnice w postrzeganiu przez ekspertów istoty i cech działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (INF), zakładającego rozwój i utrzymanie infrastruktury potrzebnej do korzystania z paliw alternatywnych przez transport samochodowy w Polsce. Działanie to zostało bowiem uznane zarówno przez większość ekspertów, jak i przez autorkę za najbardziej istotne z punktu widzenia osiągnięcia celu C. Przeprowadzona z „udziałem” działania INF analiza wrażliwości wskazuje, że spadek jego skuteczności znacząco osłabia efektywność realizacji celu C. Efektywność ta staje się niższa głównie ze względu na niższą efektywność realizacji celów C_B i C_S .

Mimo zbieżnych zasadniczych wniosków wynikających z przeprowadzonych analiz, zróżnicowanie wskazań ekspertów może świadczyć o tym, że badania wpływu wykorzystywania paliw alternatywnych na rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce znajdują się w stosunkowo wczesnym stadium i wymagają koordynacji. Obszar badawczy nie jest jeszcze w wystarczającym stopniu spenetrowany. Konieczne są dalsze analizy, a wyniki dotychczasowych badań wymagają kolejnych konsultacji. W tych uwarunkowaniach bardzo trafne wydaje się podjęcie tematu i stworzenie platformy konsultacyjnej, służącej porządkowaniu dotychczasowych osiągnięć w tym obszarze badawczym.

Zakończenie

Od kilku dekad świat dąży do celu, zakładającego ograniczenie wzrostu średniej globalnej temperatury w porównaniu z erą przedindustrialną do najwyżej 2 stopni Celsjusza. Osiągnięcie tego celu wymaga zmniejszenia stopnia wykorzystania paliw kopalnych, co było przesłaniem konferencji klimatycznych COP, z których ostatnia odbyła się w Paryżu w grudniu 2015 r. Przesłanie to stało się wyraźnym sygnałem dla inwestorów na świecie, że ich pieniądze nie ulegną pomnożeniu, jeżeli będą inwestować w węgiel, ropę czy gaz.

Sygnał ten ze szczególną uwagą traktowany jest w UE, która z ochrony klimatu uczyniła jeden z najistotniejszych celów swojej polityki. Mimo, iż osiągnięcie tego celu wymaga koordynacji działań w skali globalnej¹, UE podejmowała na arenie międzynarodowej samodzielne zobowiązania na rzecz ochrony klimatu. Najbardziej istotne z nich stały się elementem pakietów klimatyczno-energetycznych. W pierwszym z nich, ogłoszonym w marcu 2007 r., UE zobowiązała się do ograniczenia emisji CO₂ o 20%, zwiększenia udziału energii odnawialnej w swoim bilansie energetycznym do 20% oraz do oszczędności 20% energii, przy czym za termin realizacji tych zobowiązań wskazano 2020 r. W drugim pakiecie klimatyczno-energetycznym z października 2014 r. zobowiązania te zostały zaostrzone z jednoczesnym wydłużeniem terminu ich realizacji do 2030 r. Do 40% zwiększono bowiem wymóg ograniczenia emisji CO₂, zaś do 27% udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym. Do 27% zwiększono także poziom oszczędności energii, chociaż zobowiązanie to miało charakter niewiążący. Zobowiązania te były istotnym czynnikiem, który przyczynił się do sukcesu wspomnianej konferencji klimatycznej COP 21, odbytej w Paryżu.

1 UE odpowiedzialna jest jedynie za ok. 9% globalnych emisji CO₂.

Głównym unijnym (i jednocześnie najbardziej rozwiniętym na świecie) instrumentem służącym realizacji tych zobowiązań jest Europejski System Handlu Emisjami (ang. *The European Union's Emissions Trading System*, EU ETS), którym objęto główne branże przemysłowe, w tym m.in. energetykę, hutnictwo żelaza i stali, przemysł chemiczny, wapienniczy, cementowy, szklarski, ceramiczny i papierniczy. W trosce o wzrost cen pozwoleń na emisję CO₂, a przez to o wyższą efektywność systemu EU ETS, UE podjęła administracyjną decyzję o wycofaniu z rynku części pozwoleń na emisję CO₂. Realizacji tej decyzji ma służyć tzw. *backloading* oraz utworzenie rezerwy stabilizacyjnej (ang. *Market Stability Reserve*, MSR).

Realizacja wspomnianych wcześniej zobowiązań wpływa zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio na wzrost znaczenia odnawialnych źródeł energii w UE, co odbywa się kosztem konwencjonalnych źródeł energii, głównie węgla. Ten ukształtowany trend zmiany struktury mixsu energetycznego UE ma charakter stabilny i będzie się nasilał niezależnie od deklaracji politycznych. Dotychczasowe działania podejmowane na rzecz realizacji wspomnianych zobowiązań koncentrowały się w sektorach objętych systemem EU ETS, głównie w sektorze wytwarzania energii.

Działania te przyniosły wprawdzie korzystne efekty, zwłaszcza w zakresie wzrostu wykorzystania źródeł odnawialnych, ale uszczuplony został potencjał tych działań. Spadła także ich efektywność i wystąpiły bariery dalszego ich wdrażania. Powszechne bowiem w państwach członkowskich UE stało się zjawisko wysokich kosztów rozwoju energetyki odnawialnej, będące źródłem wysokich cen energii. W niektórych z nich pojawiły się bariery lokalizacyjne dla nowych farm wiatrowych i biogazowni, wynikające z braku odpowiedniego „miejsca” lub akceptacji społecznej. Istotnym problemem dla wielu państw członkowskich UE stał się negatywny wpływ niestabilnych odnawialnych źródeł energii na bilansowanie systemów elektroenergetycznych.

Dla wielu państw członkowskich UE coraz bardziej istotnym problemem staje się konieczność ograniczenia roli paliw kopalnych w pokryciu zapotrzebowania na energię, zwłaszcza elektryczną. W związku z tym podejmują one negocjacje na szczeblu unijnym, które często kończą się derogacjami, prowadzącymi do spowolnienia procesu realizacji zobowiązań na rzecz ochrony klimatu. W tej sytuacji realizacji zobowiązań unijnych na rzecz ochrony klimatu pomóc może podjęcie działań w obrębie takich branż, jak np. transport, rolnictwo, budownictwo i handel, pozostających dotychczas poza systemem EU ETS. Szczególnie duży potencjał ograniczania emisji CO₂, wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz oszczędności energii tkwi w transporcie. Działania podejmowane przez UE w celu wykorzystania tego potencjału są szczególnie istotne w kontekście rozwoju gospodarki niskoemisyjnej. Celem wiodącym

podjęmowanych działań, wynikającym z polityki transportowej UE, jest rozwój konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, zaś jednym z celów szczegółowych tej polityki jest rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego.

Zbadanie możliwości rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego stało się główną inspiracją podjętych badań naukowych, których wyniki przedstawiono w rozprawie. Badania skoncentrowano na zależnościach, jakie istnieją między wykorzystaniem paliw alternatywnych w transporcie samochodowym a tym rozwojem. Takie ukierunkowanie badań było uwarunkowane dużym potencjałem paliw alternatywnych, który może zostać wykorzystany do rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego. Potencjał ten wynika m.in. z innowacyjnego charakteru działań, koniecznych do jego uruchomienia, które mają na celu rozwój technologii niskoemisyjnych, co oznacza badania przede wszystkim w zakresie rozwoju paliw alternatywnych, pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu oraz infrastruktury umożliwiającej ich zasilanie.

Dodatkowym istotnym skutkiem wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym UE będą znaczące spadki dochodów państw eksportujących surowce ropopochodne. Te z tych państw, których siła polityczna jest oparta na eksporcie tych surowców, tracą możliwość wywierania presji, co przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa energetycznego UE². W badaniach uwzględniono także rolę efektów poprawy organizacji pracy transportowej i efektywności energetycznej pojazdów dla budowy niskoemisyjnego transportu samochodowego, postrzegając jednak te efekty przez pryzmat wykorzystania paliw alternatywnych.

Przeprowadzone w rozprawie badania pozwoliły na ocenę możliwości realizacji celu, zakładającego rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego w UE i w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych. Wykorzystanie tych paliw w transporcie samochodowym może się bowiem okazać bardzo istotnym sposobem wypełnienia zobowiązań naszego kraju, które wynikają z pakietów klimatyczno-energetycznych UE. Dla Polski sposób ten wydaje się bardziej akceptowalny, a także mniej kosztochłonny i czasochłonny niż np. ograniczanie roli węgla w energetyce. Jest on także bardzo istotny z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych naszego kraju, który jest w dużym stopniu zależny od importu surowców ropopochodnych.

Rozwój niskoemisyjnego transportu samochodowego i gospodarki niskoemisyjnej w UE i w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych (cel główny C) wiąże się z zapewnieniem transportowi samo-

2 Ch. Schnell, *Lepsza energetyka, to lepsza gospodarka*, www.wysokienapiecie [dostęp 18.01.2016].

chodowemu konkurencyjności (cel cząstkowy C_R), ograniczeniem emisji CO_2 pochodzących z tego transportu (cel cząstkowy C_E), zapewnieniem bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (cel cząstkowy C_B) oraz realizacją kategorii społecznych (cel cząstkowy C_S). Jednak działania podejmowane na rzecz wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie samochodowym w UE i w Polsce będą wpływać zarówno korzystnie, jak i niekorzystnie oraz w różnym stopniu na realizację celów C_R , C_E , C_B i C_S , a tym samym celu C .

Do oceny możliwości realizacji celów C_R , C_E , C_B , C_S i C wykorzystano zbudowany model jakościowy transportu samochodowego w Polsce któremu nadano cechy ilościowe. Ze względu na dużą liczbę złożonych zależności przyczynowo-skutkowych oraz brak wystarczającej ilości danych liczbowych umożliwiających ich matematyczny opis, ilościowy charakter modelu uzyskano dzięki zastosowaniu metod sztucznej inteligencji i wykorzystaniu założeń sformułowanych zarówno przez autorkę, jak i przez ekspertów, pozytywnie weryfikując przez to piątą hipotezę pomocniczą stanowiącą, że „istnieje możliwość wartościowania, identyfikacji obszarów oddziaływania i określania kierunków działań podejmowanych na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce poprzez wprowadzanie paliw alternatywnych w transporcie samochodowym”. Budowa modelu była możliwa dzięki pozytywnej weryfikacji pozostałych pomocniczych hipotez badawczych, które przeprowadzono w czterech pierwszych rozdziałach rozprawy.

Zbudowany instrument badawczy okazał się skuteczny, ponieważ jego użycie w procesie badawczym doprowadziło do generalnego wniosku o możliwości realizacji celu C , a także celów C_R , C_E , C_B i C_S . Z badań wynika jednocześnie, że działania podejmowane na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w rezultacie wykorzystania paliw alternatywnych mogą być tylko częściowo skuteczne, ponieważ efekty części z nich ulegną wzajemnej kompensacie. Cel C może bowiem zostać osiągnięty w ok. 70%, przy czym w największym stopniu do jego osiągnięcia przyczyni się realizacja celów C_E i C_B . W mniejszym stopniu do realizacji celu C przyczyni się realizacja celów C_R i C_S . Wnioski te są podstawą pozytywnej weryfikacji głównej hipotezy badawczej.

Wzajemna kompensata efektów części działań podejmowanych na rzecz rozwoju transportu niskoemisyjnego w Polsce wynika zarówno z obliczeń wykonanych przez autorkę z wykorzystaniem preferowanego przez siebie zestawu założeń (wariant autorki), jak również z wykorzystaniem założeń sformułowanych przez ekspertów (wariant ekspertów). Autorka sięgnęła bowiem po metodę ekspercką, zdając sobie sprawę z dyskusyjnego charakteru założeń, który wynika ze złożoności zależności zachodzących między funkcjonowaniem transportu samochodowego,

a korzystaniem przez ten transport z paliw alternatywnych. Dyskusyjny charakter założeń ukierunkował wykorzystanie zbudowanego modelu na możliwość przeprowadzenia analizy wrażliwości efektywności realizacji celu głównego i celów cząstkowych względem założeń dotyczących działań głównych i cząstkowych.

Wykorzystanie modelu i metod sztucznej inteligencji pozwoliło na jednoznaczną interpretację wniosków, dotyczących możliwości rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych (cel główny C). Różnice między wynikami uzyskanymi w wariancie autorki i w wariancie ekspertów dotyczą głównie stopnia, w jakim realizacja celów cząstkowych, tj. zapewnienie transportowi samochodowemu konkurencyjności (cel cząstkowy C_R), ograniczenie emisji CO_2 pochodzących z tego transportu (cel cząstkowy C_E), zapewnienie bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych (cel cząstkowy C_B) oraz realizacja kategorii społecznych (cel cząstkowy C_S) przyczyni się do realizacji celu C^3 . W wariancie ekspertów realizacja celów C_R i C_S przyczynia się bowiem w większym stopniu do realizacji celu C niż w wariancie autorki⁴.

Wzajemna kompensata efektów części działań podejmowanych na rzecz rozwoju transportu niskoemisyjnego w Polsce świadczy o istnieniu rezerw w ich koordynacji. Wydaje się, że źródłem rezerw mogą być różnice w postrzeganiu znaczenia tych działań przez decydentów, co może utrudniać określenie optymalnej ich konfiguracji. W tych okolicznościach przeprowadzone w rozprawie badania i ich wyniki mogą stanowić istotny wkład w proces poszukiwania takiej konfiguracji. Wkład ten może być istotny nie tylko dla transportu samochodowego Polski, ale także innych państw członkowskich UE, w tym w szczególności dla państw Europy Środkowo-Wschodniej. Transport tych państw musi się bowiem szybko zmieniać, aby sprostać realizacji założeń strategii rozwoju zrównoważonego i założeń rozwoju gospodarki niskoemisyjnej.

3 Wariant ekspertów „dostarcza” wyniki, które zostały wyznaczone jako średnia arytmetyczna wyników uzyskanych z wykorzystaniem założeń sformułowanych przez wszystkich ekspertów.

4 W przypadku obu wariantów wkład wnoszony przez realizację celów C_R , C_E , C_B i C_S do realizacji celu C opisuje równanie $C=C_R+C_E+C_B+C_S$, przy czym dla wariantu autorki $C=69,15\%$, $C_R=8,35\%$, $C_E=27,60\%$, $C_B=22,05\%$, $C_S=11,15\%$, zaś dla wariantu ekspertów $C=68,48\%$, $C_R=17,01\%$, $C_E=18,65\%$, $C_B=20,93\%$, $C_S=11,90\%$.

Bibliografia

I. Pozycje książkowe

- Barbier E.B., Burgess J.C., Folke C., *Paradise lost? The ecological economics of biodiversity*, Earthscan, London 1994.
- Barnett J., Morse Ch., *Ekonomia zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 1968.
- Bartkowiak R., *Ekonomia rozwoju*, PWE, Warszawa 2013.
- Becla A., Czaja S., Zielińska A., *Analiza kosztów-korzyści w wycenie środowiska przyrodniczego*, Difin, Warszawa 2012.
- Bernaciak A., *Ograniczenia antropogenicznych obciążeń środowiska jako czynnik trwałego i zrównoważonego rozwoju*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
- Bernaciak A., Gaczek W.M., *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001.
- Biegelesein L.W., *Wstęp do nauki ekonomii społecznej*, Wyd. Nasza Księgarnia, Warszawa 1937.
- Bochenek M., *Problem racjonalności w polskiej myśli ekonomicznej*, Key Text, Warszawa 1999.
- Bohi T., Toman D., *The economics of energy security*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts 1996.
- Bożyk P., *Międzynarodowe stosunki ekonomiczne. Teoria i polityka*, PWE, Warszawa 2008.
- Budnikowski A., *Ochrona środowiska naturalnego jako problem globalny*, PWE, Warszawa 1998.
- Burchard-Dziubińska M., *Instytucjonalne aspekty współpracy międzynarodowej w dziedzinie ochrony środowiska*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2006.
- Castells M., *Społeczeństwo sieci*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- Clapp C., Briner G. Karousakis K., *Low-emission development strategies (Leds)*, Technical, Institutional And Policy Lessons, OECD/IEA, 2010.
- Claussen E., Cochran V.A., Davis D.P., *Climate change: science, strategies, & solutions*, Pew Center on Global Climate Change, 2001.
- Czaja S., Becla A., *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, wyd. 2, poprawione i rozszerzone, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
- Czaja S., Fiedor B., Jakubczyk Z., *Ekologiczne uwarunkowania wzrostu gospodarczego w ujęciu współczesnej teorii ekonomii*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Kraków 1993.
- Darwin K., *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, PWRiL, Warszawa 1955.
- Dembowski J., *Światowa gospodarka surowcami mineralnymi*, PWE, Warszawa 1978.
- Dębniewski G., Pałach H., Zakrzewski W., *Mikroekonomia*, Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000.
- Drabińska D., *Wykłady z historii myśli ekonomicznej. Od merkantylizmu do monetaryzmu*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2007.
- Drucker P., *Menedżer skuteczny*, Biblioteka Nowoczesności, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1995.

- Dyr T., *Ocena transportowych inwestycji infrastrukturalnych współfinansowanych z funduszy Unii Europejskiej*, Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium”, Radom 2011.
- Efektywność transportu w warunkach gospodarki globalnej*, red. M. Michałowska, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2012.
- Ekonomia rozwoju*, red. B. Fiedor, K. Kociszewski, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010.
- Ekonomiczne problemy ochrony środowiska i rozwoju zrównoważonego w XXI wieku*, red. P. Jeżowski, Wyd. Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2007.
- Famielec J., *Straty i korzyści ekologiczne w gospodarce narodowej*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa-Kraków 1999.
- Fay M., Block R.I., Ebinger J., *Adapting to climate change in Eastern Europe and Central Asia*, Office of the Chief Economist, Europe and Central Asia Region, The World Bank, Washington, 2010.
- Fiedor B., *Przyczynek do ekonomicznej teorii zanieczyszczenia i ochrony środowiska*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk 1990.
- Fiedor B., Czaja S., Graczyk A., Jakubczyk Z., *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*, C.H. Beck, Warszawa 2002.
- Forester P. et al., *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing*, Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment, Report of Intergovernmental Panel on Climate Change, CUP, Cambridge 2007.
- Galbraith J.K., *Godne społeczeństwo. Program troski o ludność*, PWE, Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 1998.
- Goergescu-Roegen N., *Scarcity and growth reconsidered*, Johns Hopkins Press, Baltimore 1979.
- Gospodarka oparta na wiedzy. Materiały do studiowania*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Białystok 2011.
- Gospodarowanie energią na poziomie lokalnym. Podręcznik dla gmin*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok 2011.
- Górka K., *Racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska naturalnego i jego ochrona w procesie kształtowania rozwoju przemysłu*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1985.
- Górka K., Poskrobko B., *Ekonomika ochrony środowiska*, PWE, Warszawa 1987.
- Górka K., Poskrobko B., *Ekonomika ochrony środowiska*, PWE, Warszawa 1991.
- Górka K., Poskrobko B., Radecki W., *Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, PWE, Warszawa 1998.
- Grzelakowski A.S., *Polityka transportowa Unii Europejskiej i jej implikacje dla systemu transportowego Polski*, Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2008.
- Hicks J.R., *Value and capital*, 2nd edition, Oxford University Press, Oxford 1948.
- Hozer J., *Czas i przestrzeń w modelowaniu ekonometrycznym: czyli: tempus, locus, homo, casus et fortuna regit actum*, vol. 34 „Rector's Lectures at Cracow University of Economics”, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1997.
- Hozer J., *Tempus locus homo casus et fortuna regit factum – zbiór esejów ekonomicznych*, Instytut Analiz, Diagnoz i Prognoz Gospodarczych, Katedra Ekonometrii i Statystyki Uniwersytetu Szczecińskiego, Oficyna „m Plus”, Szczecin 2003.
- In search of prosperity, Chapter I – Introduction. What do we learn from country narratives?*, ed. D. Rodrik, Princeton University Press, 2003.
- Jacyna M., *Modelowanie i ocena systemów transportowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- Jajuga T., Jajuga K., Wrzosek K., Wrzosek S., *Elementy teorii systemów i analizy systemowej*, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1993.
- Janikowski R., *Zarządzanie antropopresją. W kierunku zrównoważonego rozwoju społeczeństwa i gospodarki*, Difin, Warszawa 2004.
- Kaczmarek T.T., *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Difin, Warszawa 2005.
- Kassenberg A., Śniegocki A., *W kierunku niskoemisyjnej transformacji rynku pracy*, Instytut

- na Rzec Ekorozwoju i Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych, Warszawa 2014.
- Kaul I., *Globale öffentliche Güter – Wer ist zuständig, der setzt sich für sie ein*, „Jahrbuch Ökologie 2004”, München 2005.
- Kierunki rozwoju współczesnej ekonomii, red. B. Fiedor, Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, wyd. 2 poprawione, Wrocław 1992.
- King A., Schnider B., *Pierwsza rewolucja globalna. Jak przetrwać?*, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa 2000.
- Kirchgässner G., *Homo oeconomicus*, Tübingen 1991.
- Kisperska-Moroń D., Płaczek E., Piniecki R., *Koszty zewnętrzne logistyki w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2002.
- Kolipiński J., *Człowiek, gospodarka, środowisko, przestrzeń*, PWN, Warszawa 1978.
- Koszty i opłaty w transporcie, red. M. Bąk, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.
- Kośmicki E., *Główne zagadnienia ekologizacji społeczeństwa i gospodarki*, Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2009.
- Kot S., Starosta-Patyk M., Krzywda D., *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, Sekcja Wydawnictw Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009.
- Kotarbiński T., *Traktat o dobrej robocie*, wyd. 4, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław-Warszawa-Kraków 1969.
- Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M., *Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Kozłowski S., *Przyszłość ekorozwoju*, Wyd. Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 2005.
- Kożuch M., *Subsydiowanie ochrony środowiska przyrodniczego w gospodarce rynkowej. Doświadczenia Polski*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2013.
- Kożuchowski K., Przybylak R., *Efekt cieplarniany*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1995.
- Kręgielewski R., *Wpływ transportu na środowisko. Ocena ekonomiczna*, Wyd. WKŁ, Warszawa 1979.
- Krugman P., *Development, geography and economic theory*, The MIT Press, Cambridge (Massachusetts)–London 1999.
- Krzyżanowski A., *Teoria i polityka oszczędności*, Rada Zjazdów Instytucji Oszczędnościowych w Polsce, Warszawa 1931.
- Księżopolski K.M., *Ekonomiczne zagrożenia bezpieczeństwa państwa: metody i środki przeciwdziałania*, Wyd. Kolor Plus, Warszawa 2004.
- Kulczycka J., *Ekoefektywność projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem koncepcji cyklu życia produktu*, Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2011.
- Lange O., *Ekonomia polityczna*, t. 1 i 2, wyd. 4, PWN, Warszawa 1983.
- Leksykon ekologii i ochrony środowiska, <http://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/kryzys-ekologiczny> [dostęp 12.02.2014].
- Lis C., *Wartość dodana brutto i jej znaczenie w procesie akumulacji kapitału w świetle teorii wzrostu i konwergencji. Podejście taksonomiczne*, Wyd. Volumina.pl Daniel Krzanowski, Szczecin 2013.
- Litman T., *Transport elasticities: Impacts on travel behaviour*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GmbH, 2013.
- Logistyka przyszłości, red. H. Brdulak, PWE, Warszawa 2012.
- Malik K., *Efektywność zrównoważonego i trwałego rozwoju w wymiarze lokalnym i regionalnym*, Wyd. Instytutu Śląskiego, Opole 2004.
- Malthus T.R., *An Essay on the Principle of Population*, Cambridge University Press, Cambridge 1992.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.J., *Granice wzrostu*, PWE, Warszawa 1973.
- Mesarović M., Pestel E., *Ludzkość w punkcie zwrotnym*, PWE, Warszawa 1977.
- Metody statystyczne. Teoria i zadania, red. Cz. Domański, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001.
- Mill J.S., *Zasady ekonomii politycznej*, t. 1 i 2, PWN, Warszawa 1965–1966.
- Misala J., *Współczesne teorie wymiany międzynarodowej i zagranicznej polityki ekonomicznej*, Wyd. Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2003.

- Misala J., *Zarys teoretycznych podstaw rozwoju długookresowych przewag konkurencyjnych w handlu międzynarodowym ze szczególnym uwzględnieniem ich istoty, czynników determinujących i ich analizy*, Prace i materiały Instytutu Gospodarki Światowej, Wyd. Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2012.
- Model gospodarki przestrzennej ekologicznie uwarunkowanej*, red. J. Kołodziejski, SG-GW-AR, Warszawa 1991.
- Mohr J., Sengupta S., Slater S., *Marketing of high-technology products and innovations*, Pearson Education Inc., New Jersey 2010.
- Naisbitt J., *Megatrends. The new directions transforming our lives*, Grand Central Publishing, New York 1982.
- Niskoemisyjna Polska*, Fundacja Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2012.
- Nowa misja – niższa emisja*, Krajowe Stowarzyszenie Inicjatyw, 2014.
- Nyc J., *Konflikty międzynarodowe. Wprowadzenie do teorii i historii*, Wyd. Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2009.
- Okrusko T., Kijańska M., *Zmiany klimatu a gospodarowanie wodami*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2009.
- Óldak-Bułańska K., *Aspekty społeczne w zamówieniach publicznych. Podręcznik*, Wydanie 2 zmienione i rozszerzone, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2015.
- Pająk E., *Zarządzanie produkcją*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- Paradowska M., *Rozwój zrównoważonych systemów transportowych polskich miast i aglomeracji w procesie integracji z Unią Europejską – przykład aglomeracji wrocławskiej*, Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2011.
- Pawłowska B., *Zrównoważony rozwój transportu na tle współczesnych procesów społeczno-gospodarczych*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
- Pearce D., Barbier E.B., Markandya A., *Sustainable development, economics and the environment in the Third World*, Edward Elgar, Aldershot 1990.
- Perace D., Markandya A., Barbier E.B., *Blueprint for a green economy*, Earthscan, London 1988.
- Pearce D., Turner R.K., *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, London 1990.
- Penc J., *Leksykon biznesu*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1997.
- Piontek W., *Fundusze strukturalne jako instrument wsparcia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2011.
- Podsumowanie monitoringu prawa przedsiębiorczości społecznej*, red. T. Schimanek, ISP-ES, Warszawa 2013.
- Porritt J., *Capitalism: As if the World Matters*, James&James/Earthscan, London 2005.
- Poskrobko B., Poskrobko T., *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, PWE, Warszawa 2012.
- Przybyłowski A., *Inwestycje transportowe jako czynnik zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2013.
- Racjonalność gospodarowania w socjalizmie*, red. B. Kamiński, A. Łukaszewicz, PWE, Warszawa 1980.
- Ricardo D., *Zasady ekonomii politycznej i opodatkowania*, PWN, Warszawa 1957.
- Rodrigue J.P., Notteboom T., *Transport costs*, [w:] J.P. Rodrigue (ed.), *The geography of transport systems*, Routledge, New York 2013.
- Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2011.
- Rucińska D., *Cykle gospodarcze w transporcie*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1992.
- Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., *Transport*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- Sachs J., *Nasze wspólne bogactwo*, Wyd. Naukowe PAN, Warszawa 2009.
- Sadowski A., *Ekonomiczne i ekologiczne aspekty zastosowania logistyki zwrotnej w obszarze wykorzystania odpadów*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010.
- Samuelson P.A., Nordhaus W.D., *Ekonomia*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Say J.B., *Traktat o ekonomii politycznej, czyli prosty wkład sposobu, w jaki się tworzą, rozdzielają i spożywają bogactwa*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1960.

- Schumpeter J.A., *Kapitalizm, socjalizm, demokracja*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- Serafy S.E., *The environment as capital*, [w:] *Ecological Economics: The science and management of sustainability*, ed. R. Costanza, Columbia University Press, New York 1991.
- Siebert H., *Institutional arrangements for natural resources*, Kieler Reprints, Kiel 1996.
- Smith A., *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*, PWN, Warszawa 1954.
- Soliński J., *Sektor energii świata i Polski. Przegląd, rozwój, stan obecny*, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2012.
- Stern N., *The economics of climate change. The stern review*, Cambridge University Press, Cambridge 2007.
- Sterner T., Van den Bergh J., *Frontiers of environmental and resource economics*, Kluwer Academic Publisher, 1998.
- Stiglitz J., *Wizja sprawiedliwej globalizacji: propozycje usprawnień*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Struś M.S., *Ocena wpływu biopaliw na wybrane właściwości eksploatacyjne silników o zapłonie samoczynnym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- Szyminiak A., *Logistyka produkcji*, Difin, Warszawa 2012.
- Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1993.
- The Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being: Synthesis*, Island Press, Washington 2005.
- Thurrow L.C., *Powiększanie bogactwa*, Wyd. Helion, Gliwice 2006.
- Tinbergen J., Dollzman A.J., Ettinger J., *O nowy ład międzynarodowy*, PWE, Warszawa 1978.
- Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Załoga, wyd. VI, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- Vanderheiden S., *Atmospheric justice, "A political theory of climate change"*, Oxford University Press, 2009.
- Voora V.A., Venema H.D., *The natural capital approach a concept paper*, International Institute for Sustainable Development, Canada 2008.
- Warner K., *Climate change and global warming: the role of the international community*, Background Paper for WDR 2014, United Nations University, Washington 2013.
- Weiner J., *Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Wilkin J., *Ekonomia dla prawników i nie tylko*, Wyd. Prawnicze LexisNexis, Warszawa 2003.
- Winpenny J.T., *Wartość środowiska: metody wyceny ekonomicznej*, PWE, Warszawa 1995.
- Wiśniewski J., *Polimorfizm zasady racjonalnego gospodarowania. Teoretyczne studium komparatywne*, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 1996.
- Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
- Wojewódzka-Król K., Rydzkowski W., Grzywacz W., *Polityka transportowa*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2006.
- Wskaźniki ekorozwoju*, red. T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999.
- Współczesne problemy rozwoju lądowo-morskich systemów transportowych*, red. J. Dąbrowski, T. Nowosielski, Instytut Transportu i Handlu Morskiego Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
- Wysokińska Z., *Dynamiczne współzależności wymiany handlowej krajów Europy Środkowej i Wschodniej w świetle teorii integracji i wymiany międzynarodowej*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1995.
- Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce*, red. J. Kronenberg, T. Bergier, Fundacja Sędzimira, Kraków 2010.
- Yergin D., Ruth S., *The search for sustainable growth*, IHS CERA, Cambridge 2009.
- Zagórski J., *Ekonomia Franciszka Quesnaya*, PWN, Warszawa 1963.
- Załoga E., *Trendy w transporcie lądowym Unii Europejskiej*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013.
- Żylicz T., *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004.

II. Artykuły w czasopismach i rozdziały w monografiach

- Abate M., de Jong G.C., *The optimal shipment size and truck size choice – the allocation of trucks across hauls*, „Transportation Research” 2014, Part A, vol. 59.
- Adelman M., *Security of eastern hemisphere fuel supply*, [w:] *The Economics of Petroleum Supply*, ed. M. Adelman, MIT, Massachusetts 1993.
- Ambroziak Ł., *Handel wewnątrzgałęziowy wyrobami przemysłu motoryzacyjnego w państwach Unii Europejskiej*, „Unia Europejska” 2013, nr 1 (218).
- Bahgat G., *Europe's energy security: challenges and opportunities*, „International Affairs” 2006, no. 82.
- Bajczuk R., *Skutki porozumienia klimatycznego dla Niemiec*, Ośrodek Studiów Wschodnich, <http://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/analizy/2015-12-16/skutki-porozumienia-klimatycznego-dla-niemiec> [dostęp 17.12.2015].
- Balcewicz J., *W Polsce spada liczba stacji tankowania CNG*, „Energia Gigawat” 2014, nr 1–2.
- Baranik M., Łączek T., *Właściwości niskotemperaturowe biopaliw zawierających estry metylowe kwasów tłuszczowych, pochodzących z przeróbki tłuszczów zwierzęcych*, „Nafta-Gaz” 2010, nr 11.
- Barbier E.B., *The concept of sustainable development*, „Environmental Conservation” 1987, vol. 14(2).
- Bartosik M., *Apetyt energetyczny cywilizacji a szanse jej przetrwania*, [w:] *Czy kryzys światowych zasobów?*, red. B. Galwas, B. Wyżnikiewicz, Wyd. PAN, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”, Warszawa 2014.
- Bąk M., *Wyzwania jednolitego europejskiego obszaru transportowego w transporcie drogowym ładunków*, [w:] *Wybrane problemy rozwoju systemów transportowych w drugiej dekadzie XXI wieku*, red. M. Bąk, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego” 2015, *Ekonomika Transportu i Logistyka*, nr 54.
- Beg N. et al., *Linkages between climate change and sustainable development*, „Climate Policy” 2002, vol. 2(2–3).
- Bernacki D., *Wzrost gospodarczy a popyt na przewozy towarowe w Polsce*, [w:] *Innowacje w transporcie. Korzyści dla użytkownika*, red. E. Załoga, B. Liberadzki, Zeszyty Naukowe nr 603, Ekonomiczne Problemy Usług nr 59, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2010.
- Bielski S., Dubis B., Jankowski K., *Efektywność energetyczna produkcji i konwersji biomasy pszenżyta ozimego na biopaliwa*, „Przemysł Chemiczny” 2015, nr 94(10).
- Biopaliwa w ogniu krytyki*, <http://www.ekonomia.rp.pl/arttykul/926079.html> [dostęp 20.08.2012].
- Borys T., *Pomiar zrównoważonego rozwoju transportu*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzyńska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009.
- Borys T., *Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia*, „OPTIMUM Studia Ekonomiczne” 2014, nr 3(69).
- Borys T., *Zrównoważony rozwój – jak rozpoznać ład zintegrowany*, „Problemy Ekorozwoju” 2011, vol. 6, no. 2.
- Boulding K.E., *Ekonomika Ziemi – statku kosmicznego nadchodzącej przyszłości*, [w:] *Środowisko – Społeczeństwo – Gospodarka. Wybór przekładów z literatury anglosaskiej*, ESEŚiZN, Kraków 1992.
- Bruckmann G., *Global modelling*, „Futures” 2001, no. 33.
- Budnikowski A., *Internacjonalizacja procesu gospodarowania a zagrożenie i ochrona środowiska*, [w:] *Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska*, red. A. Budnikowski i M. Cyglar, Wyd. Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2002.
- Burchard-Dziubińska M., *Dostępność i jakość danych statystycznych niezbędnych do budowania strategii gospodarki niskoemisyjnej w jednostkach samorządu terytorialnego*, „OPTIMUM Studia Ekonomiczne” 2014, nr 3 (69).

- Burchard-Dziubińska M., *Ekologiczne determinanty rozwoju gospodarczego*, [w:] *Ekonomia rozwoju*, red. R. Piasecki, PWE, Warszawa 2011.
- Burchard-Dziubińska M., *Wpływ adaptacji do zmian klimatu na rozwój społeczno-gospodarczy Unii Europejskiej*, „Handel Wewnętrzny” 2013, nr 6, t. I. Trendy, wyzwania i dylematy zrównoważonego rozwoju.
- Burchard-Dziubińska M., Lipińska D., *Analiza problemu przenoszenia zakładów produkujących cement, stal, szkło oraz aluminium poza terytorium Polski i UE na skutek pojawienia się nowych przeszkód dla przedsiębiorców wynikających z pakietu klimatyczno-energetycznego oraz ocena proponowanych mechanizmów zapobiegających temu zjawisku*, [w:] *Pakiet klimatyczno-energetyczny. Analityczna ocena propozycji Komisji Europejskiej*, Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Departament Polityki Integracyjnej, Warszawa 2008.
- Burzym E., *Spółeczny i ekologiczny aspekt współczesnej ewolucji rachunkowości w gospodarce rynkowej*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie” 1993, nr 401.
- Cameron R., Kepple J.H., *Security of energy supply of and contribution of nuclear energy*, „Facts and Opinions: NEA News” 2010, no. 28.2.
- Chadwick R.W., *Global modeling: origins, assessment, and alternative futures*, „Simulation&Gaming” 2000, no. 31/1.
- Checchi A., Behrens A., Eggenhofer Ch., *Long – term energy security risks for Europe: sector specific approach*, „CEPS Working Papers” 2009, no. 309.
- Chłopek Z., *Badania symulacyjne emisji zanieczyszczeń z silnika zasilanego gazem ziemnym*, „Postępy Nauki i Techniki” 2012, nr 15.
- Chłopek Z., Lasocki J., *Problemy kompleksowej oceny emisji zanieczyszczeń z silników spalinowych i pojazdów samochodowych*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów” 2012, nr 1(87).
- Ciepiela D., *Nierealistyczne cele klimatyczne to sabotaż gospodarki UE*, http://energetyka.wnp.pl/buzek-nierealistyczne-cele-klimatyczne-to-sabotaz-gospodarki-ue,219922_1_0_0.html [dostęp 05.03.2014].
- Ciesielski M., *Transport w logistyce*, [w:] *Kompendium wiedzy o logistyce*, red. E. Gołębska, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa–Poznań 1999.
- Cieślak A., Michałek J., Michałek A., *Determinanty działalności eksportowej polskich przedsiębiorstw*, „Gospodarka Narodowa” 2012, nr 7–8 (251–252).
- Ciscar J.C., *Physical and economic consequences of climate change in Europe*, „Proceedings of National Academy of Sciences” 2011, vol. 31.
- Collados C., Duane T., *Natural capital and quality of life*, „Ecological Economics” 1999, no. 30.
- Connecting Europe TEN-T Days 2015, http://www.tentdays.eu/2015_2/index.html [dostęp 20.11.2015].
- COP 21 climate change summit reaches deal in Paris, <http://www.bbc.com/news/science-environment-35084374> [dostęp 13.12.2015].
- Costanza R., *Social goals and the valuation of ecosystem services*, „Ecosystems” 2000, no. 3.
- Costanza R., *Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics*, „Bioscience” 2001, no. 51(6).
- Costanza R., Daly H.E., *Natural capital and sustainable development*, „Conservation Biology” 1992, vol. 6, no. 1.
- Costanza R. et al., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, „Nature” 1997, no. 387.
- Crutzen P.J., Stoermer E.F., *The “Anthropocene”*, „Global Change Newsletter” 2000, vol. 41.
- Czaja S., *Ekonomia neoklasyczna a ekologia*, „Aura” 1990, nr 3.
- Czaja S., *Ekonomia postkeynsovska a ekologia*, „Aura” 1990, nr 4.
- Czaja S., *Entropia jako podstawa analizy ograniczoneści zasobów naturalnych*, „Ekonomia i Środowisko” 1995, nr 1(6).
- Czaja S., *Entropijno-energetyczna analiza funkcjonowania i dynamiki systemów społecznoekonomicznych*, [w:] *Pojęcie zasobów naturalnych i środowiska przyrodniczego (naturalnego) w teorii wzrostu gospodarczego. Próba przeglądu i klasyfikacji*, red. S. Czaja, Z. Jakubczyk, H. Piotrowicz, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 1989, nr 489.

- Czaja S., *Entropijno-energetyczna analiza procesów gospodarczych. Kierunki rozwoju analizy energetycznej*, „Ekonomia i Środowisko” 1992, nr 2.
- Czaja S., *Informacja jako podstawa kształtowania zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009.
- Czaja S., *Klub Rzymski a problemy ekologiczne*, „Aura” 1988, nr 10.
- Czaja S., *Periodyzacja rozwoju współczesnej teorii ekonomii*, [w:] *Wyzwania współczesnej ekonomii. Wybrane problemy*, red. S. Czaja, A. Becla, J. Włodarczyk, T. Poskrobko, Difin, Warszawa 2012.
- Czaja S., *Problemy ekologiczne w teorii ekonomii*, „Aura” 1987, nr 2.
- Czaja S., Becla A., *Nowe problemy we współczesnej ekonomii*, [w:] *Wyzwania współczesnej ekonomii. Wybrane problemy*, red. S. Czaja, A. Becla, J. Włodarczyk, T. Poskrobko, Difin, Warszawa 2012.
- Czaja S., Jakubczyk Z., *Spory wokół przedmiotu badań ekonomii politycznej (sayowsko-langowskie a ekologiczne ujęcie związków człowiek-przyroda)*, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 1991, nr 572.
- Czardybon A., Więclaw-Solny L., Ściążko M., *Technologiczne perspektywy wykorzystania ditlenku węgla*, „Energetyka” 2014, nr 1.
- Czepak P., *Bezpieczeństwo energetyczne*, [w:] *Bezpieczeństwo międzynarodowe: teoria i praktyka*, red. K. Żukrowska, M. Grącik, SGH, Warszawa 2006.
- Daily G., *Introduction: What are ecosystem services?*, [w:] *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, ed. G. Daily, Island Press, Washington D.C. 1997.
- Dąbrowska A., *Infrastruktura kształtuje mobilność, czyli o potencjale rozwoju paliw alternatywnych w Polsce*, „Transport i Komunikacja” 2015, nr 2.
- Dąbrowski J., *Metodyczne aspekty pomiaru efektywności przedsiębiorstw portowych*, „Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2012, nr 9.
- De Borger B., Mulalic I., *The determinants of fuel use in the trucking industry – volume, fleet characteristics and the rebound effect*, „Transport Policy” 2012, no. 2.
- De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*, „Ecological Economics” 2002, no. 41.
- Devarajan S., Fischer R.C., *Hotelling's economics of exhaustible resource: fifty years later*, „Journal of Economic Literature” 1981, no. 1.
- Dobek T., Dobek M., Šařec O., *Ocena efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji pszenicy ozimej i rzepaku ozimego wykorzystanych do produkcji biopaliw*, „Inżynieria Rolnicza” 2010, nr 1(119).
- Dobrzański G., *Istota i cechy współczesnego kryzysu ekologicznego*, „Ekonomia i Środowisko” 1999, nr 1(14).
- Dobrzyńska E., *Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej*, http://www.zneiz.pb.edu.pl/data/magazine/article/98/2.1_dobrzynska.pdf [dostęp 27.11.2013].
- Dobrzyńska E., *Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej*, „Economics and Management” 2012, nr 4.
- Drabińska D., *Ekologiczne aspekty zrównoważonego rozwoju w myśli ekonomicznej XX i XXI wieku*, „Kwartalnika Kolegium Ekonomiczno-Społecznego. Studia i Prace” 2011, nr 4(8).
- Dunne J., *Mapping the cost of non-Europe*. 2014–19, European Parliament, First edition, Brussels 2014.
- Ekins P., *A four-capital model of wealth creation*, [w:] *Real-life economics: understanding wealth creation*, eds P. Ekins, M. Max-Neef, Routledge, London, New York 1992.
- Ekins P., Simon S., Deutsh L., Folke C., de Groot R.S., *A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability*, „Ecological Economics” 2003, no. 44.
- Emery M., Flora C., *Spiraling-up: Mapping community transformation with community capitals framework*, Community Development, „Journal of the Community Development Society” 2006, vol. 37, no. 1.

- Emisja CO₂ w motoryzacji wyższa o 40% od deklarowanej*, „Transport i Komunikacja”, <http://cati.org.pl/tik/emisja-co2-w-motoryzacji-wyzsza-o-40-od-deklarowanej/> [dostęp 07.10.2015].
- Europa podzielona w sprawie Unii Energetycznej i gazu z Rosji*, www.biznesalert.pl [dostęp 12.10.2015].
- Famielec J., *Korzyści i straty ekologiczne w ekonomii sektora publicznego*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1.
- Foley J., *Bilans zdrowia Ziemi*, „Świat Nauki” 2010, nr 5.
- Fotopoulos T., *The ecological crisis as part of the present multidimensional crisis and inclusive democracy*, „International Journal of Inclusive Democracy”, June 2007, vol. 3, no. 3.
- Goodwin P., *Peak travel, peak car and the future of mobility: Evidence, unresolved issues. Policy implications, and a research agenda. Discussion paper*, „International Transport Forum” 2012, no. 2012–13.
- Graczyk A., *Świadczenia ekosystemów jako dobra ekonomiczne*, „Ekonomii Środowisko” 2010, nr 1.
- Gradziuk A., *Deklaracje Chin i USA zbliżają do porozumienia klimatycznego ale nowego Kioto nie będzie*, Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, www.cire.pl [dostęp 15.11.2014].
- Grist N., *Positioning climate change in sustainable development discourse*, „Journal of International Development” 2008, vol. 20.
- Hediger W., *Reconciling “weak” and “strong” sustainability*, „International Journal of Social Economics” 1999, vol. 26(7/8/9).
- Hinc S., *Transformacja gospodarki w kierunku niskoemisyjnym*, „Studia BAS” 2012, nr 1(29).
- Hoen A., *Options for the road freight sector to meet long term climate targets*, European Transport Conference, Frankfurt 2014, pdf, www.pbl.nl/.../PBL_2015_Options%20for%20the%2 [dostęp 18.05.2015].
- Holguin-Veras J., *Revealed preference analysis of commercial vehicle choice process*, „Journal of Transportation Engineering” 2002, no. 128(4), <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n12/full/nclimate2729.html#access> [dostęp 12.10.2015].
- Jakóbiak W., *Transport może wesprzeć rozwój polskiego gazoportu*, <http://www.cire.pl/> [dostęp 28.07.2015].
- Jakubczyk Z., *Wybrane problemy optymalizacji wykorzystywania zasobów nieodnawialnych i odnawialnych*, [w:] *Ekologiczne uwarunkowania wzrostu gospodarczego w ujęciu społecznej teorii ekonomii*, red. S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, WEiS, Białystok–Kraków 1993.
- Jankowska A., *Zastosowanie wskaźnika rozwoju społecznego do oceny sytuacji społeczno-gospodarczej krajów Unii Europejskiej w latach 2004–2011*, „Toruńskie Studia Międzynarodowe” 2012, nr 1(5).
- Jankowska-Kłapkowska A., *Ekologiczne uwarunkowania rozwoju gospodarczego i społecznego*, [w:] *Interdyscyplinarne podstawy ochrony środowiska przyrodniczego. Kompendium do nauczania i studiowania*, red. B. Prandecka, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław–Warszawa–Kraków 1993.
- Jastrzębska W., Jastrzębska A., *Metody sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów mikro- i makroekonomicznych*, www.ur.edu.pl [dostęp 18.01.2016].
- Jeżowski P., *Ekonomiczne aspekty rozwoju zrównoważonego*, materiały pokonferencyjne, <http://www.kul.pl/rozwoj-zrownowazony-materiały-pokonferencyjne>, art_3754.html [dostęp 15.01.2014].
- Kaliski M., Janusz P., Szurlej A., *Rozwój krajowego rynku CNG na tle państw UE: szanse i zagrożenia*, Konferencja Naukowa, Paliwo gazowe CNG: ekologia, ekonomia, bezpieczeństwo, Kraków 2009.
- Kamiński B., Okólski M., *Teoria ekonomii a entropia*, „Ekonomista” 1979, nr 2.
- Kamiński J., *Liberalizacja rynku energii elektrycznej a zużycie węgla kamiennego w sektorze elektroenergetycznym – ujęcie modelowe*, „Polityka Energetyczna” 2007, t. 10, Zeszyt Specjalny 2.
- Karaczun M., *Unijna polityka klimatyczna w obliczu Brexitu*, <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomości> [dostęp 27.06.2016].
- Kasprzyk L., *Pojazdy elektryczne a problematyka doboru magazynu energii elektrycznej w aspekcie ochrony środowiska*, [w:] *Między ewolucją a rewolucją – w poszukiwaniu stra-*

- tegi energetycznej, red. J. Maj, P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, Fundacja na Rzecz Czystej Energii, Poznań 2015.
- Kaszelewicz Z., *Unijna gospodarka AD 2050; bez emisji, przemysł i pracy*, <http://www.wnp.pl/wiadomosci/unijna-gospodarka-ad-2050-bez-emisji-przemyslu-i-pracy>, 211987_1_0_0_0_4.html, [dostęp 22.11.2013].
- Kiełczewski D., *Homo oeconomicus versus homo sustinens. Uwagi o metodologicznych odmiennościach między ekonomią zrównoważonego rozwoju w ekonomii głównego nurtu*, [w:] *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki*, red. B. Poskrobko, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.
- Kiełczewski D., *Kulturowe aspekty kryzysu ekologicznego*, „Człowiek i Przyroda” 2000, nr 11–12.
- Klimczak D., *Globalny handel LNG*, „Energetyka” 2015, nr 2.
- Koalicja Na Rzecz Biopaliw ws. artykułu „Polska otwiera rynek na biopaliwa drugiej generacji”, <http://www.gospodarz.pl/aktualnosci/paliwa-i-biopaliwa/koalicja-na-rzecz-biopaliw-1.html?p=3> [dostęp 15.12.2015].
- Koetse M.J., Rietveld P., *The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings*, Transportation Research Part D: „Transport and Environment” 2009, no. 14(3).
- Konferencja klimatyczna ONZ w Durbanie przyjęła pakiet rozwiązań, „Rzeczpospolita” 11.12.2011.
- Korzyści i straty ekologiczne w ekonomii sektora publicznego, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1.
- Krasucki Z., *Rynek usług transportowych w międzynarodowej wymianie towarowej*, [w:] *Transport międzynarodowy*, red. T. Szczepaniak, PWE, Warszawa 1996.
- Krótkookresowe skutki makroekonomiczne pakietu energetyczno-klimatycznego w gospodarce Polski, Narodowy Bank Polski. Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2012.
- Kruczyński S.W., Kurek M. Hirsler P., *Analiza procesu spalania etanolu na charakterystyce regulacyjnej składu mieszanki silnikowej 1.4*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów” 2012, nr 1(87).
- Kruyt B. i in., *Indicators of energy security in industrialized economies*, „Energy Policy” June 2009, vol. 37, issue 6.
- Kryk B., *Efektywność energetyczna w kontekście wyzwania zasobooszczędnego gospodarowania na przykładzie modernizacji budynków w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2013, nr 756, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 57.
- Krzyżkowski W., *Eksport LNG pod coraz silniejszą presją spadających cen*, www.wysokienapiecie.pl [dostęp 13.10.2015].
- Książkowski K.M., *Wpływ wydobycia gazu łupkowego na bezpieczeństwo ekonomiczne Polski*, „e-Politikon” 2012, nr 3.
- Kurek A., Ambroziak T., *Koncepcja organizacji przemieszczeń kontenerów na sieci kolejowej w Polsce. Wybrane aspekty optymalizacji procesu przemieszczeń*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, „Transport” 2013, z. 97.
- Kwaśniewski K., Sas J., *Bariery rozwoju rynku sprężonego gazu ziemnego do napędu pojazdów w Polsce*, „Wiertnictwo Nafta Gaz” 2009, t. 26, z. 3.
- Lesbirel S., *Diversification and energy security risks: the Japanese case*, „Japanese Journal of Political Science” 2004, no. 5.
- Liberadzki B., *Europejska polityka transportowa*, [w:] *Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski*, red. B. Liberadzki i L. Mindur, wyd. II uzupełnione, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa–Radom 2007.
- Lorek E., *Ocena wdrażania w przedsiębiorstwach polskich nowych instrumentów ochrony środowiska zwiększających efektywność gospodarki*, [w:] *Zarządzanie organizacjami gospodarczymi w wieku informacji*, red. J. Lewandowski, Monografie, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2005.
- Loschel A. i in., *Indicators of energy security in industrialized countries*, „Energy Policy”, April 2010, vol. 38, Issue 4.
- Łuszczak M., *Odpowiedzialność człowieka za środowisko przyrodnicze w umiarkowanym antropocentrycznym systemie wartości*, [w:] *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju w XXI wieku*, red. B. Kryk „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 7–8, t. III.

- Maddison A., *The West and the Rest in the World Economy: 1000-2030. Maddisonian and Malthusian interpretations*, „World Economic”, October-December 2008, vol. 9, no. 2.
- Malko J., *Rynek konkurencyjny czy gospodarka planowana – dylemat, który zdawał się być rozstrzygnięty*, „Nowa Energia” 2014, nr 5–6.
- Mathesius S., Hofmann M., Caldeira K., Schellnhuber H.J., *Long-term response of oceans to CO₂ removal from the atmosphere*, „Nature Climate Change” 2015, no. 5.
- Matwiejczuk R., *Efektywność – próba interpretacji*, „Przegląd Organizacji” 2000, nr 11.
- McFadden D., Winston C., Boersch-Supan A., *Joint estimation of freight transportation decisions under non-random sampling*, [w:] *Analytical studies in transport economics*, ed. A. Daugherty, Cambridge University Press, 1986.
- McLean I.W., Taylor A.M., *Australian growth: a California perspective*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 2001, no. 8408.
- Męczyński M., *Przestrzenne zróżnicowanie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych w Polsce*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu” 2006, nr 9.
- Michalski B., *Umiędzynarodowienie sektora mid-tech na przykładzie wymiany handlowej sektora samochodowego w Polsce w latach 2004–2012*, „Ekonomia Międzynarodowa” 2014.
- Mielczarski W., *Samochody przyszłości. Czy elektryczne?*, „Energy Newsletters” 2013, nr 4.
- Mizgajski A., Stępniewska M., *Koncepcja świadomości ekosystemów a wdrażanie zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski i B. Dobrzańska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009.
- Moćko W., Wojciechowski A., Ornowski M., *Perspektywy rozwoju rynku samochodów elektrycznych w najbliższych latach*, „Transport Samochodowy” 2011, z. 1(31).
- Molendowski E., *Handel wewnątrzgałęziowy krajów CEFTA z państwami Unii Europejskiej*, „Gospodarka Narodowa” 2006, nr 5–6.
- Moro Al., Helmers E., *A new hybrid method for reducing the gap between WTW and LCA in the carbon footprint assessment of electric vehicles*, <http://download.springer.com/static/pdf> [dostęp 18.12.2015].
- Motowidlak U., *Analiza strategii rozwoju transportu na rzecz redukcji emisji CO₂*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2015, nr 42.
- Motowidlak T., *Ewolucja barier zaopatrzenia świata w gaz ziemny i ropę naftową*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne. Rynki surowców i energii*, red. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, Fundacja na Rzecz Czystej Energii, Poznań 2015.
- Motowidlak U., *Identification of behavioral changes in transport as decarbonisation of the economy*, [w:] *Transport development challenges in the twenty-first century*, ed. M. Bąk, Springer Proceedings in Business and Economics, Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
- Motowidlak U., *LNG jako paliwo alternatywne*, „Handel Wewnętrzny” 2013, nr 6.
- Motowidlak U., *Polityka Unii Europejskiej na rzecz zwiększenia efektywności ekonomicznej i środowiskowej transportu. Cz. 1. Poprawa efektywności energetycznej transportu*, „Logistyka” 2014, nr 3.
- Motowidlak U., *Polityka Unii Europejskiej na rzecz zwiększenia efektywności ekonomicznej i środowiskowej transportu. Cz. 2. Dekarbonizacja transportu*, „Logistyka” 2014, nr 3.
- Motowidlak U., *Przegląd działań w zakresie poprawy efektywności paliwowej i redukcji emisji CO₂ pojazdów ciężarowych*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2015, nr 6.
- Motowidlak U., *Rola biopaliw transportowych w realizacji założeń zrównoważonego transportu*, „Logistyka” 2013, nr 2.
- Motowidlak U., *Rola transportu miejskiego w realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2015, nr 249.
- Motowidlak U., *Rozwój transportu zrównoważonego w świetle przepisów dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE oraz 2009/30/WE*, „Logistyka” 2014, nr 2.

- Motowidlak U., *Wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie*, „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 4.
- Motowidlak U., *Zrównoważona strategia Unii Europejskiej w zakresie infrastruktury paliw alternatywnych*, „Zeszyty Naukowe nr 842 Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki” 2014, nr 27.
- NGVs and refuelling stations in Europe, <http://www.ngvaeurope.eu/> [dostęp 05.01.2016].
- Nowotyńska I., *Zagadnienie minimalizacji pułstych przebiegów w firmie kurierskiej*, „Modern Management Review” 2014, vol. XIX, nr 21(1).
- Oliver-Smith A., Cutter S.L., Warner L., Coren-dea C., Yuzva K., *Addressing loss and damage in the context of social vulnerability and resilience*, UNU-EHS Publication Series. Policy Brief no. 7, Bonn 2012.
- Pearce D., Atkinson G., *The concept of sustainable development: An evaluation of its usefulness ten years after Brundtland*, „Swiss Journal of Economics and Statistics” 1998, vol. 134(3).
- PGE wybuduje pierwsze stacje tankowania wodoru w Polsce, <http://www.cire.pl> [dostęp 23.11.2015].
- Pieńkowski D., *Kapitał naturalny w teoretycznych analizach czynników produkcji*, „Ekonomia i Środowisko” 2002, nr 1.
- Pieńkowski D., *Paradoks Jevonsa a konsumpcja energii w Unii Europejskiej*, „Problemy Ekorozwoju” 2012, vol. 7(1).
- Piontek W., *Czynniki rozwoju gospodarczego w koncepcji gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, [w:] *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju w XXI wieku*, t. 1, „Handel Wewnętrzny” 2012, nr 7–8, t. 1.
- Piontek W., *Ewolucja europejskiej polityki klimatycznej w aspekcie budowy gospodarki niskoemisyjnej*, [w:] *Implementacyjne aspekty wdrażania zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kietczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2011.
- Piontek W., *Podstawy teorii rozwoju*, [w:] *Rozwój. Godność człowieka – gospodarowanie – poszanowanie przyrody*, red. B. Piontek, PWE, Warszawa 2007.
- Piwowski A.J., Rychlicki S., *Nowe technologie dostaw gazu ziemnego elementem jego dywersyfikacji*, „Wiertnictwo Nafta Gaz” 2010, t. 27, z. 1–2.
- Podobiński A., *Ceny surowców mineralnych i ich znaczenie dla rozwoju handlu zagranicznego krajów socjalistycznych*, *Zagadnienia techniczno-ekonomiczne*, „Zeszyty Naukowe AGH” 1981, nr 30.
- Podpisano porozumienie ws. finansowania połączenia gazowego między Polską i Litwą, www.cire.pl [dostęp 15.10.2015].
- Poskrobko B., *Metodologiczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki*, red. B. Poskrobko, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.
- Poskrobko B., *Usługi środowiska jako kategoria ekonomii zrównoważonego rozwoju*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1.
- Poskrobko B., *Współczesne trendy cywilizacyjne a idea zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Białystok 2009.
- Przed Polską kolejne negocjacje klimatyczne w ramach UE, www.cire.pl [dostęp 29.02.2016].
- Ramanathan V., *The radiative and climatic consequences of the changing atmospheric composition of trace gases*, [w:] *The Changing Atmosphere*, eds F.S. Rowland, I.S.A. Isaksen, John Wiley & Sons, Chichester 1988.
- Rodhe H., Charlson R., Crawford E., *Svante arrhenius and the greenhouse effect*, „AMBIO” 1997, vol. 26, no. 1.
- Rolbiecki R., *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej a polityka energetyczna w transporcie*, „Współczesna Gospodarka” 2015, vol. 6, issue 2.
- Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2011, nr 29.
- Ryszkowski L., *Adaptacja działalności ekonomicznej do procesu metabolizmu ekosystemów podstawą zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i w praktyce*, red. A. Graczyk,

- Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
- Sachs J., *The limits of convergence. Nature, nurture and growth*, „The Economist” 1997, vol. 343 (June 14).
- Sadowski Z., *Teoretyczne koncepcje racjonalności ekonomicznej*, [w:] *Teorie ekonomiczne a współczesne społeczeństwo*, red. B. Kamiński, J. Kuliga, PWE, Warszawa 1981.
- Sagoff M., *Locke miał rację: przyroda ma niewielką wartość ekonomiczną*, „Ekonomia i Środowisko” 2006, nr 1(29).
- Shergold I., Lyons G., Hubers Ch., *Future mobility in an ageing society – Where are we heading?*, „Journal of Transport & Health” 2015, no. 2.
- Simonis U.E., *Globale Umweltpolitik*, [w:] *Handbuch zur Umweltökonomie*, Hrsg. M. Junkernheinrich, P. Klemmer, G.R. Wagner, Berlin 1995.
- Skala-Poźniak A., *Zjawisko decouplingu w gospodarce w okresie transformacji*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2010, z. 72.
- Skrzypek E., *Integracja rynku finansowego w warunkach Nowej Ekonomii*, [w:] *Aktualne wyzwania ekonomii*, red. Z. Kwaśnik, W. Żukow, Radomska Szkoła Wyższa, Radom 2009.
- Sobolewski M., *Nowe ramy polityki klimatyczno-energetycznej*, „Studia BAS” 2014, nr 16(120).
- Starzyńska W., Urbanek M., *Zamówienia publiczne na środki transportowe a zrównoważony rozwój*, „Logistyka” 2013, nr 2.
- Stępnicka N., *Koncepcja twórczej destrukcji J.A. Schumpetera a wyzwania współczesnej gospodarki*, „Studia Ekonomiczne” 2013, t. 129.
- Stern D.I., *The capital theory approach to sustainability: A critical appraisal*, „Journal of Economic Issues” 1997, vol. 31, no. 1.
- Stolper W.F., Samuelson P.A., *Protection and real wages*, „Review of Economic Studies” 1941, no. 9.
- Studia przypadku zastosowania GPP w zakresie pojazdów z alternatywnymi systemami napędu*, http://ec.europa.eu/environment/gpp/case_group_en.htm [dostęp 15.11.2015].
- Suwała W., *Długoterminowe perspektywy rozwoju energetyki w skali globalnej*, „Studia BAS”, 2010, nr 1(21).
- Swart R., Robinson J. & Cohen S., *Climate change and sustainable development: expanding the options*, „Climate Policy” 2003, vol. 3 (Suppl. 1).
- Szoego H.M., *Wybrane aspekty zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich z punktu widzenia ekonomiki środowiska*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu” 2006, nr 540.
- Szpakowska K., *Metody jakościowe*, [w:] *Metody badań naukowych z przykładami ich zastosowania*, red. B. Poskrobko, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2011.
- Szurlej S., Ruszel M., Olkusiński T., *Czy gaz ziemny będzie paliwem konkurencyjnym?*, „Rynek Energii” 2015, nr 5(120).
- Szyjko C.T., *Dylematy motoryzacji elektrycznej. Nowa kultura mobilności*, „Energia Giga-wat” 2013, nr 5.
- Tapio P., Banister D., Luukkanen J., Vehmas J., Willamo R., *Energy and transport in comparison: Immaterialisation, dematerialisation and decarbonisation in the EU15 between 1970 and 2000*, „Energy Policy” 2007, vol. 35(1).
- Tapio P., *Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001*, „Transport Policy” 2005, vol. 12.
- Thornes et al., *Climate change risk assessment for the transport sector*, Defra Project Code GA0204), UK2012 Climate Change Risk Assessment. Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA, London 2012.
- Tinnilä M., *Impact of future trends on banking services*, „Journal of Internet Banking and Commerce”, August 2012, vol. 17, no. 2.
- Trusewicz I., *Rosja: surowcowe odkrycia 2013*, „Rzeczpospolita” 03.02.2014.
- Tu trzeba nowej energii*, „Polityka” 2011, nr 51.
- U Thant, *Człowiek i jego środowisko*. Raport Sekretarza Generalnego ONZ z dnia 26.05.1969 r., [w:] J. Zieliński (wybór tekstów), *Dajcie szansę Ziemi*, Warszawa 1971.
- Van Dender K., Clever M., *Recent trends in car usage in advanced economies – slower growth ahead?* Discussion Paper, International Transport Forum, Paris 2013, no. 2013–09.

- Vierth I., *Why do CO₂ emissions from heavy road freight transports increase in spite of higher fuel prices?*, „Centre for Transport Studies. Working Paper”, Stockholm 2013, no. 4.
- Vivoda V., *Diversification of an oil import sources and energy security: A key strategy or an elusive objective?*, „Energy Policy”, November 2009, vol. 37, Issue 11.
- W Polsce powstanie sieć stacji do tankowania wodorem, <http://biznes.onet.pl/wiadomosci/transport/w-polsce-powstanie-siec-stacji-do-tankowania-wodorem/g881vb> [dostęp 24.11.2015].
- Wackemagel M., Rees W.E., *Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics From an ecological footprint perspective*, „Ecological Economics” 1997, vol. 20.
- Warner K., Van der Geest K., *Loss and damage from climate change: Local-level evidence from nine vulnerable countries*, „International Journal of Global Warming” 2013, vol. 5, no. 4.
- Waszczyński J., *Uwagi o strukturze celów i efektywności gospodarowania na podstawowych szczeblach gospodarki*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia” 2005, vol. XXXIX, 2, sectio H.
- Wiśniewski M., *Obligacje projektowe – nowy instrument finansowania przedsięwzięć PPP w formule project finance na poziomie międzynarodowym i krajowym*, „Studia BAS” 2014, nr 3(39).
- Wojtyna A., *Teoretyczny wymiar zależności między zmianami instytucjonalnymi, polityką ekonomiczną a wzrostem gospodarczym*, „Gospodarka Narodowa” 2007, nr 5–6 (189–190), http://gospodarkanarodowa.sgh.waw.pl/p/gospodarka_narodowa_2007_05-06_01.pdf [dostęp 12.02.2014].
- Wojtyna A., *Współczesna ekonomia – kontynuacja czy poszukiwanie nowego paradygmatu?*, „Ekonomista” 2008, nr 1.
- Wood R.W., *Note on the theory of the greenhouse*, „London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine” 1909, vol. 17.
- Wyciszekiewicz E., *Interdependence and energy security: The case of EU-Russia energy dialogue*, [w:] *Energy security and climate change. Double challenge for policy makers*, eds E. Wyciszekiewicz, A. Gradziuk, Polish Institute of International Affairs, Warsaw 2009.
- Wyszomirski O., *Badania marketingowe jako podstawa planowania zrównoważonej mobilności w miastach*, [w:] *Europejski transport i rynek usług transportowych*, red. D. Rucińska, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego” 2015, *Ekonomika Transportu i Logistyka*, nr 52.
- Zajdler R., *Znaczne spadki cen LNG w marcu 2015 r.*, CIRE, 10.03.2015.
- Załoga E., *Czynniki determinujące jakość polskiego transportu*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego” 2006, *Ekonomika Transportu Lądowego*, nr 34.
- Załoga E., *Kierunki i zasady rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej*, [w:] *Rozwój infrastruktury transportu w Polsce*, red. E. Załoga, Wyd. KEMA, Szczecin 2006.
- Załoga E., *Wzorce mobilności w jednolitym europejskim obszarze transportu*, [w:] *Europejska przestrzeń transportu uwarunkowania mobilności*, red. E. Załoga, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2012, nr 742, *Problemy Transportu i Logistyki*, nr 19.
- Zasuń R., Piszczatowska J., *Szczyt klimatyczny psuje klimat dla węgla*, <http://www.obserwatorfinansowy.pl> [dostęp 15.12.2015].
- Zimniewicz K., *Globalne ocieplenie. Wątpliwy sojusz nauki z polityką, ideologią i biznesem*, „Ekonomia i Środowisko” 2011, nr 1(39).
- Zorska A., *Koncepcja twórczej destrukcji J.A. Schumpetera i jej odniesienie do przemian gospodarczych w dobie obecnej rewolucji naukowo-technicznej*, [w:] *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, red. A. Zorska, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2011.
- Żylicz T., *Wycena usług ekosystemów. Przegląd wyników badań światowych*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37).

III. Raporty i analizy

- 2050.pl podróż do niskoemisyjnej przyszłości, red. M. Bukowski, IBS, Warszawa 2013.
- A new era. Accelerating toward 2020 – an automotive industry transformed*, Deloitte, 2015.
- A portfolio of power-trains for Europe: A fact-based analysis. The role of battery electric vehicles, plug-in hybrids and fuel cell electric vehicles*, McKinsey & Company, 2010.
- Alternatywne paliwa. Część 1*, red. M. Winter, U. Becker, Uniwersytet Technologiczny w Dreźnie, Drezno 2007.
- American climate prospectus: Economic risks in the United States*, New York 2014.
- An economic assessment of low carbon vehicles*, Cambridge Econometrics and Ricardo-AEA, 2013.
- Annual energy outlook 2014 with projections to 2040*, EIA, 2014.
- Assesment of the implementation of a European alternative fuels strategy and possible supportive proposals*, final report, Exergia, 2012.
- Beyond transport policy – exploring and managing the external drivers of transport demand*, Illustrative case studies from Europe, EEA Technical report, 2008, no. 12.
- Beladingsgraad van gewicht en volume. Het vergelijken van lood met veren*, „Transport en Logistiek”, Nederlands, 2013.
- Biofuels barometer 2015*, <http://www.eurobserv-er.org/biofuels-barometer-2015> [dostęp 08.01.2016].
- Biuletyn energii odnawialnej. Biopaliwa transportowe*, Biofuels barometer 2014, EurObserv'ER.
- Blusz K., Håkon T., Inderberg J., Zerk P., *Obywatele zasobni w zasoby. Biała Księga zarządzania zasobami naturalnymi w Polsce*, Raport fundacji demosEUROPA – Centrum Strategii Europejskiej oraz Instytutu Fridtjofa, Warszawa 2015.
- Borys T., *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określania poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia*, Raport z realizacji pracy badawczej, Ministerstwo Infrastruktury, Jelenia Góra–Warszawa 2008.
- Bowyer C., Skinner I., Malins Ch, Nanni S., Bal-dock D., *Low carbon transport fuel policy for Europe post 2020. How can a post 2020 low carbon transport fuel policy be designed that is effective and addresses the political pitfalls of the pre 2020 policies?*, Final report, IEEP-TEPR-ICCT, 2015.
- BP statistical review of world energy*, BP, 2014.
- BP statistical review of world energy*, BP, 2015.
- Branża motoryzacyjna, Raport 2014*, Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Warszawa 2014.
- Bukowski M., Karaczun Z.M., *W polskim interesie. Jak wykorzystać politykę energetyczno-klimatyczną UE jako wsparcie rozwoju Polski do roku 2030?*, Projekt Niskoemisyjna Polska 2050, Warszawa–Bruksela 2014.
- CARS 2020. Report on the state of play of the outcome of the work of the High Level Group*, European Commission, October 2014.
- Clarke G., *Collection and analysis of data on the structure of the road haulage sector in the European Union. Task A Report Final*, AECOM House, 2014.
- Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability*, Fifth Assessment Report (AR5), <http://www.ipcc.ch/> [dostęp 09.12.2015].
- Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policymakers*, IPCC 2014.
- Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report*, European Environmental Agency, Report no. 12/2012, Copenhagen 2012.
- Climate change reconsidered: The 2009 report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change*, NIPCC 2009.
- Climate change reconsidered II: Impacts, adaptation, and vulnerability*, NIPCC 2014.
- Climate change reconsidered II: Physical science*, NIPCC 2013.
- Climate impacts in Europe. The JRC PESETA II Project*, Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies, Luxembourg 2014.

- Coady D., Parry I., Sears L., Shang B., *IMF working paper. How large are global energy subsidies?*, International Monetary Fund 2015.
- Collection and analysis of data on the structure of the road haulage sector in the European Union*, Task A, AECOM 2014.
- CO₂ emissions from fuel combustion*, IEA, 2013.
- Concept, goal, and strategy. The OECD's EST project, environmentally sustainable transport (EST)*, Paris 2004, http://www.ejtir.tu-delft.nl/issues/2004_01/pdf/2004_01_01.pdf [dostęp 27.11.2013].
- Connecting Europe Facility (CEF). TRANSPORT 2014 Calls for proposals. Proposal for the selection of projects*, Innovation & Networks Executive Agency, 2015.
- Connecting Europe TEN-T days 2015*, http://www.tentdays.eu/2015_2/index.html [dostęp 20.11.2015].
- The contribution of transport to air quality*, EEA Report, European Environment Agency, 2012, no. 10.
- Cöllen B., *Raport: niektóre biopaliwa bardziej szkodliwe dla klimatu niż paliwa konwencjonalne*, <http://www.dw.de/raport-niekt%C3%B3re-biopaliwa-bardziej-szkodliwe-dla-klimatu-ni%C5%BC-paliwa=-konwencjonalne/a-15740459> [dostęp 14.02.2012].
- De Jong G., Schrotten A., Van Essen H., Otten M., Bucci P., *Price sensitivity of European road freight transport – towards a better understanding of existing results*, A report for Transport & Environment. Significance & CE Delft, 2010.
- Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel, United Nations Environment Programme, 2011.
- Decoupling 2: Technologies, opportunities and policy options*, International Resource Panel, United Nations Environment Programme, 2014.
- Delivering tomorrow. Logistics 2050. A scenario study*, Deutsche Post AG, Bonn 2012.
- Deutsche Bundesregierung Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*, German Adaptation Strategy, http://www.anpassung.net/SharedDocs/Downloads/DE/DAS-Kabinettbericht_templateld=raw,property=publishationFile.pdf/DASKabinettbericht.pdf [dostęp 18.09.2012].
- Die Herausforderung der Mobilität*, Deutsche Energie-Agentur GmbH, ngvglobal.com [dostęp 22.09.2014].
- Dünnebeil F., Reinhard C., Lambrecht U., *Future measures for fuel savings and GHG emission reduction of heavy-duty vehicles*, Heavy-Duty Vehicles' CO₂ emissions meeting, European Commission, Brussels 2015.
- Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012*, GUS, Warszawa 2014.
- Ekologiczne zakupy! Podręcznik dotyczący zielonych zamówień publicznych*, wyd. II, KE, 2011.
- Ekspertyza pn. Poprawa efektywności energetycznej transportu w Polsce – analiza dostępnych środków i propozycje działań*, wykonana dla Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Departament Polityki Transportowej i Współpracy Międzynarodowej, ECORYS Polska Sp. z o.o., Warszawa 2012.
- Electric vehicles: everything is changing. Europe 2015*, The IDTechEx conference, Berlin 28–29 April 2015, www.IDTechEx.com/eve15 [dostęp 29.04.2015].
- Electric vehicle forecasts, trends and opportunities 2016–2026*, Report IDTechEx 2015.
- End-use oil product prices and average crude oil import costs*, OECD/IEA, January 2015, <http://www.iea.org/statistics/topics/price-sandtaxes/> [dostęp 08.04.2015].
- Energia ze źródeł odnawialnych w 2006 roku*, GUS, Warszawa 2007.
- Energia ze źródeł odnawialnych w 2013 roku*, GUS, Warszawa 2014.
- Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 roku*, GUS, Warszawa 2015.
- Energy and CO₂ emissions scenarios of Poland*, IEA, 2010.
- Energy balances of OECD countries*, IEA Statistics, 2014.
- Energy, climate change and environment*, IEA, 2014.
- Energy efficiency policies in the EU*, Lessons from the Odyssee Mure project, 2013, <http://www.odyssee-indicators.org/online-indicators/> [dostęp 02.04.2015].

- Energy efficiency trends in the transport sector in the EU*, Lessons from the Odyssee Mure project 2012, <http://www.odyssee-indicators.org/online-indicators/> [dostęp 12.01.2014].
- Energy in 2014: After a calm comes the storm*, BP Statistical Review of World Energy 2015, June 2015.
- Energy prices and taxes quarterly statistics*, Third Quarter 2010, IEA, 2012.
- Energy prices and taxes quarterly statistics*, Fourth Quarter 2012, IEA, 2013.
- Energy prices and taxes quarterly statistics*, 1st Quarter 2015, IEA, 2015.
- Energy sustainability index*, [w:] *World energy issues monitor 2014*, World Energy Council, 2014.
- Energy, transport and environment indicators. Data 1992–2002*, Luxembourg 2005.
- Energy, transport and environment indicators. 2007 edition*, Luxembourg 2007.
- Energy, transport and environment indicator. 2014 edition*, Luxembourg 2014.
- Environment and sustainable development indicators for Canada*, NRTEE-TRNEE, Ottawa 2003, <http://www.nrtee-tmee.com/eng/publications/sustainable-development-indicators/sustainable-development-indicators.Pdf> [dostęp 11.11.2012].
- Environmental impact of products (EIPRO), Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*, Institute for Prospective Technological Studies, 2006, <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur22284en.pdf> [dostęp 12.02.2014].
- EU energy and transport in figures. Part 3: Transport: Statistical Pocketbook 2007*, Publications Office of the European Union, 2007.
- EU energy and transport in figures: Statistical pocketbook*, Publications Office of the European Union, 2008.
- EU energy and transport in figures*, Publications Office of the European Union, 2009.
- EU energy in figures: Statistical pocketbook*, Publications Office of the European Union, 2014.
- EU energy in figures: Statistical pocketbook*, Publications Office of the European Union, 2015.
- EU renewable energy targets in 2020: Revised analysis of scenarios for transport fuels*, JEC Biofuels Programme, JRC Science and Policy Reports, JEC, 2014.
- EU transport in figures: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2014.
- EU transport in figures: Statistical pocketbook*, Luxembourg 2015.
- European energy and transport, trends to 2030*, European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Luxembourg 2008.
- European sustainable biofuels forum*, http://www.sustainablebiofuelsforum.eu/images/ESBF_EU_Biofuels_Imports.pdf [dostęp 15.11.2015].
- Europejska Unia Energetyczna Kompromis dla Rozwoju i Dobrej Energii*, Zeszyt 8 Future Fuelled by Knowledge, Raport PKN ORLEN, Warszawa 2015.
- Evolution. electric vehicles in Europe: Gearing up for a new phase?*, Report, Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands, Amsterdam 2014.
- Ewing B., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Moore D., Wackernagel M., *The ecological footprint atlas 2010*, Global Footprint Network, Oakland 2010.
- Executive summary the 2014 international energy efficiency scorecard*, ACEEE, Washington 2014.
- Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics Lot 1: Analysis of the EU logistics sector*, Final report, European Commission, 2015.
- Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics. Lot 1: Analysis of the EU logistics sector*, Ecosys, Fraunhofer, TCI, Prognos and AUEB-RC/TRANSLOG, 2015.
- Faracik B., Szymonek J., *Zrównoważone Zamówienia Publiczne w Polsce. Możliwości, bariery, strategie*, Creative Commons, 2015.
- Fergusson M., *Europejskie standardy emisji CO₂ z samochodów osobowych – skutki dla Polski*, Raport przygotowany na zlecenie sieci Transport & Environment, Instytut Spraw Obywatelskich, 2013.
- Ferroukhi R., Khalid A., Lopez-Peña A., Renner M., *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2015*, IRENA, 2015.

- Florys K., *Transport a racjonalne gospodarowanie energią*, Projekt finansowany ze środków Unii Europejskiej i Biura Edukacji Miasta Stołecznego Warszawy, <http://www.ceo.org.pl> [dostęp 07.02.2015].
- Focusing on environmental pressures from long-distance transport*, TERM 2014: Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe, EEA Report no. 7/2014.
- Forum odpowiedzialnego biznesu*, <http://odpowiedzialnybiznes.pl/hasla-encyklopedii/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu-csr/> [dostęp 08.12.2015].
- Fuel cell and hydrogen technologies in Europe. Financial and technology outlook on the European sector ambition 2014–2020*, NEW-IG, Brussels 2011.
- Fuel cell electric vehicles: The road ahead*, Fuel Cell Today, UK 2012.
- Future of transport. Analytical report. Flash eurobarometer 312*, The Gallup Organization, European Commission, Brussels 2011.
- Future Value Chain 2020*, Capgemini, The Consumer Goods Forum, HP, 2011.
- The global economy in 2030: Trends and strategies for Europe*, eds D. Gros, C. Alcidi, Centre for European Policy Studies (CEPS), 2013.
- The Global Innovation 1000: Proven paths to innovation success*, <http://www.strategyand.pwc.com/global/home> [dostęp 12.11.2015].
- Global economic prospects. Having fiscal space and using it*, The World Bank, Washington 2014.
- Global economic prospects. Having fiscal space and using it*, The World Bank, Washington 2015.
- Global economic prospects. Managing the next wave of globalization*, The World Bank, Washington 2007.
- Global trends 2030: Alternative Worlds*, National Intelligence Council, Washington 2012, <https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf> [dostęp 10.12.2012].
- Guidelines towards environmentally sustainable transport*, OECD, Paris 2002.
- Hill N., Brannigan C., Smokers R., Schroten A., van Essen H., Skinner I., *Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. Final Report*, AEA, 2012.
- Historical and projected gross domestic per capita 2000–2030*, ERS International Macroeconomic Data Set, <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic> [dostęp 12.08.2013].
- IEA releases oil market report for october*, <https://www.iea.org/newsroomandevents/news/2015/october/iea-releases-oil-market-report-for-october.html> [dostęp 24.10.2015].
- Integrated environmental and economic accounting 2003*, United Nations Statistics Divisions, <http://www.unstats.un.org> [dostęp 15.12.2013].
- Jakość zasilania – poradnik. Generacja rozproszona i odnawialne źródła energii*, Polskie Centrum Promocji Miedzi Sp. z o.o. i European Copper Institute, http://www.copperalliance.pl/docs/librariesprovider3/8_1_generacja-rozproszona-i-odnawialne-%C5%BAR%C3%B3d%C5%82a-energii-wprowadzenie-pdf.pdf?Status=Master&sfvrsn=0 [dostęp 15.11.2015].
- Johnson C., Singer M., *Clean cities 2013. Annual Metrics Report*, National Renewable Energy Laboratory, 2014.
- Lapillonne B., Pollier P., *Energy efficiency trends in transport in the EU*, Enerdata, 2015.
- Lewandowska A., *Zielone kolnierzyki*, <http://e-czytelnia.abrys.pl/ecomanager/2011-4-542/ekologiczne-trendy-5846/zielone-kolnierzyki-12868> [dostęp 12.01.2015].
- Logistyka jako instrument przeciwdziałania zmianom klimatu*, Departament tematyczny: Polityka strukturalna i Polityka spójności, Bruksela 2010.
- McKnight L.W., Vaaler P.M., Katz R.L., *Creative destruction: business survival strategies in the global Internet economy*, Massachusetts Institute of Technology, United States 2001.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. III, *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Published in the United States of America by Universe Books, New York 1972.

- Memorandum w sprawie możliwości przyjęcia inteligentnych sieci energetycznych (smart power grids) jako jednego z wiodących tematów polskiej prezydencji w Unii Europejskiej*, Konsorcjum Smart Power Grids Polska, www.smartgrids.pwr.wroc.pl [dostęp 24.08.2014].
- Molarius R., Leviäkangas P., Rönty J., Oiva K., *Weather hazards and vulnerabilities for the European transport system – a risk panorama* (EWENT project D 5.1), VTT Technical Research Centre of Finland, 2012.
- Napędzanie europejskiej przyszłości*, Cambridge Econometrics & Ricardo-AEA, London 2013.
- Nature, Not Human Activity, Rules the Climate: summary for policymakers of the report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change*, ed. S. Fred Singer, The Heartland Institute, Chicago 2008.
- New energy security paradigm*, World Energy Council, 2006.
- Niemiecki rząd przyjął program dopłat do aut elektrycznych*, Centrum Informacji o Rynku Energii, <http://www.cire.pl/item,129453,1,0,0,0,0,niemiecki-rzad-przyjal-program-doplat-do-aut-elektrycznych.html> [dostęp 22.06.2016].
- Nijboer M., *The contribution of natural gas vehicles to sustainable transport*, IEA, 2011.
- Normy efektywności paliwowej dla samochodów – dobre dla kierowców, dobre dla środowiska i dobre dla Polski*, Briefing, Transport and Environment, 2013.
- Ocena potencjału do redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2030*, raport przygotowany pod patronatem Ministra Gospodarki, McKinsey, 2009.
- Oil market futures, A report for the European Climate Foundation*, Cambridge Econometrics, Cambridge 2016.
- The Outlook for Energy: A view to 2040*, Exxon-Mobil, 2015.
- Partnership on sustainable, low carbon transport (SLoCaT)*, <http://www.slocat.net/> [dostęp 06.04.2015].
- Polska w UE. Bilans dziesięciolecia*, „Biuletyn Informacyjny” 2014, nr 34.
- Potential changes in emissions due to improvements in travel efficiency – final report*, U.S. Environmental Protection Agency, 2011.
- Plan rozwoju elektromobilności. Projekt*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, <http://www.me.gov.pl/node/26456> [dostęp 17.09.2016].
- Preparing for climate change: Adapting local transport*, UK Climate Impacts Programme, Oxford 2011, <http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wpcontent/PDFs/UKCIP-Adapting-Transport.pdf> [dostęp 14.10.2014].
- Production costs of alternative transportation fuels – influence of crude oil price and technology maturity*, IEA, 2013.
- Programme review report 2014: Fuel cells and hydrogen joint undertaking*, Brussels 2015.
- Projekt badawczy firmy Alcatel-Lucent wspólnie z ENPC School of International Management*, 2012, www.alcatel-lucent.com [dostęp 20.04.2015].
- The prospects for natural gas as a transport fuel in Europe*, Oxford Institute for Energy Studies, 2014.
- Przegląd ekologiczny Polska 2015*, Raport OECD, 2015.
- Przegląd sejmowy CAEWS: terminal LNG (nie) zagrożony*, Centrum Analiz Energetycznych, Kraków 2012.
- Raport „Ocena potencjału do redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2030”*, McKinsey, 2009.
- Raport: Park samochodowy 2013*, Polski Rynek Motoryzacyjny, Wydanie nr 6, 09/2014, IBRM Samar, Polska 2014.
- Raport z debaty „Wsparcie systemowe dla inwestycji w energetyce”, „Proinwestycje”*, luty 2014.
- Rączka J., Maćkowiak-Pandera J., *Niedobory mocy w polskim systemie elektroenergetycznym*, Forum Analiz Energetycznych, www.fae.org.pl [dostęp 22.08.2015].
- Redrawing the energy-climate map*, Special Report, IEA, 2013.
- Reference scenario 2013, EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050*, European Commission Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport, Luxembourg 2013.
- Regulatory implications of new developments in the gas supply chain*, Final Report, ACER, 2014.

- Renewable energy progress and biofuels sustainability*, Ecofys, Netherlands 2014.
- Renewables and electricity storage: A technology roadmap for RE map 2030*, International Renewable Energy Agency, Bonn-Abu Dhabi, 2015.
- Resources to reserves: Oil, gas and coal technologies for the energy markets of the future*, International Energy Agency, 2013.
- Ridder J., Witkamp B., *Market evolution of EVs*, The European Association for Electromobility, MOBI 02-05, December, 2014.
- Road freight transport by vehicle characteristics*, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_vehicle_characteristics [dostęp 15.04.2015].
- Road freight transport vademecum*, DG MOVE, 2011.
- Road transport vademecum 2006*, DG MOVE, 2007.
- Road transport vademecum 2009*, DG MOVE, 2010.
- Rocznik Statystyki Międzynarodowej 2015*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2016.
- The role of DSOs in a smart grid environment. Final Report*, European Commission, DG ENER, Amsterdam-Rotterdam 23 April 2014.
- Rynek transportu i logistyki w Polsce*, ING Bank, Warszawa 2007.
- Schroten A., Warringa G., Bles M., *Marginal abatement cost curves for heavy duty vehicles*, Background report, CE Delft: European Commission, DG CLIMA, 2012.
- Scrap fossil fuel subsidies now and bring in carbon tax, says World Bank chief*, <http://www.theguardian.com/environment/2015/apr/13/fossil-fuel-subsidies-say-burn-more-carbon-world-bank-president> [dostęp 15.04.2015].
- Security of supply in open markets*, IEA, Paris 2004.
- Sektor energii świata i Polski. Początki, rozwój, stan obecny*, red. A. Gilecki, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa 2014.
- Sessa C., Enei R., *EU transport demand: Trends and drivers, EU transport GHG: routes to 2050?*, IEA, 2009.
- Sprawozdanie Prezesa Urzędu Zamówień Publicznych o funkcjonowaniu systemu zamówień publicznych w 2013 roku*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2014.
- State of the art on alternative fuels transport systems in the European Union. Final Report*, DG MOVE – Expert group on future transport fuels, COWI A/S, Denmark 2015.
- Statystyki uczestnictwa Polski w Programie Ramowym Horyzont 2020. Raport po 112 konkursach*, Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE, Warszawa 2015.
- Summary of GHG emissions for Poland*, UN-FCCC, 2013.
- Stosowanie biopaliw i biokomponentów w transporcie*, Informacja o wynikach kontroli, KGP-4101-01-00/2013, NIK, Warszawa 2013.
- Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy: Synteza*, EEA, 2015.
- Tank-to-wheels: Report version 4.0, JEC well-to-wheels analysis*, JRC Technical Reports, European Commission 2013.
- Technology roadmap, fuel economy of road vehicles*, IEA, 2012.
- Towards a resource-efficient transport system. TERM 2009: Indicators tracking transport and environment in the European Union*, EEA, 2010.
- Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce*, Bank Światowy, 2011.
- Transport, chapter 8*, Report IPCC, Working Group III – Mitigation of Climate Change, 2014.
- Transport wyniki działalności w 2012 r.*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- Transport wyniki działalności w 2013 r.*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.
- Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020*, EEA, 2014.
- Trends in investments, jobs and turnover in the fuel cells and hydrogen sector*, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, Brussels 2013.
- Tychy. 36 nowych autobusów na gaz CNG*, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/tychy-36-nowych-autobusow-na-gaz-cng-49899.html> [dostęp 02.07.2015].
- The ultimate guide to fuel cells and hydrogen technology*, Hydrogen Europe, Brussels 2015.

- Understanding the electric vehicle landscape to 2020*, Global EV Outlook, IEA, 2013.
- United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC, New York 1994.
- Urban buses: Alternative powertrains for Europe*, Final Report, FCH JU, 2012.
- Uwarunkowania wdrożenia zintegrowanego systemu e-mobilności w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Departament Innowacji i Przemysłu, Warszawa 2012.
- Van Audenhove F.J., Dauby L., Korniiuchuk O., Pourbaix J., *The future of urban mobility 2.0. Imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow*, Arthur D. Little, UITP 2014.
- Van-Honacker H., *Alternative fuels infrastructure: Policy perspective*, Clean Power for Transport, Directorate General for Mobility and Transport, presentation, Bruxelles 22 October 2001.
- Wassily L., Carter J., Petri G., *Jutro gospodarki świata. Raport dla ONZ*, [w:] Nowy międzynarodowy ład ekonomiczny, Warszawa 1979.
- Watson R.T. et al., *Climate change 2001 synthesis report*, Univ. Press, Cambridge 2001.
- Well-to wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, JRC Technical Reports, European Commission, 2014.
- Well-to-wheels report version 4.a. JEC well-to-wheels analysis*, JRC Technical Reports, European Commission, 2014.
- Węglarz A., Winkowska E., Wójcik W., *Gospodarka niskoemisyjna zaczyna się w gminie. Podręcznik dla polskich samorządów*, adelphi research gemeinnutzige GmbH, Berlin 2015.
- Wnioski z Raportu. Kierunki 2014. Sektor motoryzacyjny*, Deloitte oraz DNB Bank Polska, Warszawa 2014.
- World development report 2010: Development and climate change*, The World Bank, Washington 2010, <http://siteresources.world-bank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf> [dostęp 07.03.2014].
- World Energy Outlook*, IEA, 2009.
- World Energy Outlook*, IEA, 2013.
- World Energy Outlook*, IEA, 2014.
- World energy investment outlook*, Raport Specjalny, OECD/IEA, Paris 2014.
- World Energy Perspectives 2016. E-mobility*, Word Energy Council, London 2016, https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/06/E-Mobility-Closing-the-emissions-gap_full-report_FINAL_2016.06.20.pdf, [dostęp 19.07.2016].
- World energy resources. 2013 Survey*, World Energy Council, <https://www.worldenergy.org/publications/2013/world-energy-resources-2013-survey/> [dostęp 03.02.2014].
- World health statistics 2015*, World Health Organization, Luxembourg 2015.
- World population prospects*, United Nations, 2008.
- World population prospect. The 2012 revision*, United Nations, New York 2013.
- World Trade Report 2014*, WTO, Genewa 2014, https://www.wto.org/english/res_e/books_p_e/world_trade_report14_e.pdf [dostęp 15.05.2015].
- WWF (World Wide Fund for Nature), *Living planet report: Overconsumption is driving the rapid decline of the world's natural environment*, Gland 1998.
- Wykonanie celu OZE 2020. Analiza stanu obecnego i prognoza*, red. Ch. Schnell, Solivan, Warszawa 2016.

IV. Akty prawne, strategie i dokumenty polityczne

- 20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity*, COM(2008) 30 final, Brussels 2008.
- Accompanying the white paper – roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, SEC(2011) 391 final, Brussels 2011.
- Analysis of options beyond 20% GHG emission reductions: Member State results*, Commis-

- sion Staff Working Paper, SWD(2012) 5 final, Brussels 2012.
- Aspekty społeczne w zamówieniach publicznych. Podręcznik*, Wydanie drugie zmienione i rozszerzone, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2015.
- Biała Księga. Adaptacja do zmian klimatu. Europejskie ramy działania*, KOM (2009) 147 wersja ostateczna, Bruksela 2009.
- Biała Księga Zamówień Publicznych. Sprawozdanie z konsultacji z uczestnikami systemu zamówień publicznych poświęconych ocenie funkcjonowania prawa zamówień publicznych w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015.
- Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM(2011) 144, Bruksela 2011.
- Clean power for transport: A European alternative fuels strategy*, COM(2013) 17 final, Brussels 24.01.2013.
- Commission implementing decision of 31.7.2015 establishing the list of proposals selected for receiving EU financial assistance in the field of Connecting Europe Facility (CEF) – Transport sector following the calls for proposals launched on 11 September 2014 based on the Multi-Annual Work Programme, C(2015) 5274 final, Brussels 2015.
- Commission Staff Working Document *Evaluation of the stakeholder consultation*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 287 final, Brussels 2011.
- Commission Staff Working Document *Impact assessment*, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 288 final, Brussels 2011.
- Commission staff working paper. *Impact assessment. Accompanying document to the White Paper roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, SEC(2011) 358 final, Brussels 2011.
- Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2013) 17, Bruksela 2013.
- Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 5 lutego 2013 r., M.P. 2013, nr 16, poz. 121.
- Dokument Implementacyjny do Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.)*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014.
- Dyrektywa 2009/33/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego, Dz.Urz. UE L 120 z 15.05.2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.Urz. UE L 239 z 15.09.2015.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (CAFE), Dz.Urz. UE L 152 z 11.06.2008.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r., w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.Urz. UE L 140 z 05.06.2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE, Dz.Urz. UE L 211 z 14.08.2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r.

- w sprawie emisji przemysłowych, Dz.Urz. UE L 334 z 17.12.2010.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz.Urz. UE L307/2 z 28.10.2014.
- Energia 2020. Strategia na rzecz konkurencyjnego, zrównoważonego i bezpiecznego sektora energetycznego*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2010) 639 wersja ostateczna, Bruksela 2010.
- Etap pilotażowy realizacji inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w ramach strategii „Europa 2020”*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 660, Bruksela 2011.
- Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela 2010.
- Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM (2011) 21, Bruksela 2011.
- Europejska agenda cyfrowa*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010)245 wersja ostateczna, Bruksela 2010.
- Europejska strategia na rzecz ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady i Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, KOM(2010) 186 wersja ostateczna, Bruksela 2010.
- Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication*, PD CEN ISO/TS 14067:2014, BSI 2014.
- Horizon 2020 – Work programme 2014–2015. Smart, green and integrated transport. Consolidated version*, European Commission Decision C (2015)2453 of 17 April 2015.
- Horizon 2020 – Work programme 2016–2017. Smart, green and integrated transport*, European Commission Decision C (2015)6776 of 13 October 2015.
- Horizon 2020 w skrócie. Program ramowy UE w zakresie badań naukowych i innowacji*, Komisja Europejska, Bruksela 2014.
- Horizon 2020. First results*, European Commission, Brussels 2015.
- Impact Assessment: A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, SEC(2011) 288.
- Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010–2020*, Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2010.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii Europa 2020*, KOM(2011) 21. Bruksela 2011.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów z dnia 6 października 2010 r. – Projekt przewodni strategii Europa 2020 – Unia innowacji, KOM(2010) 546. Bruksela 2010.
- Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 r., M.P. 2012, nr 239, poz. 252.
- Krajowa strategia rozwoju regionalnego 2010–2020*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 13 lipca 2010 r., M.P. 2011, nr 36, poz. 423.
- Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Projekt*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, <http://bip.me.gov.pl/node/26450> [dostęp 22.09.2016].
- Krajowy plan działań w zakresie zrównoważonych zamówień publicznych na lata 2013–2016*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2013.
- Krajowy plan działania dotyczący efektywności energetycznej dla Polski*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.
- Krajowy plan działania w zakresie rozwoju energii ze źródeł odnawialnych*, Rada Ministrów, Warszawa 2010.
- Krajowy plan inwestycyjny*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011, M.P. 2016, poz. 167.

- Materiał informacyjny dotyczący programowania nowej perspektywy finansowej 2014–2020, z uwzględnieniem priorytetów Ministerstwa Gospodarki, Ministerstwo Gospodarki, Departament Strategii i Analiz, Warszawa 22 stycznia 2014.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lipca 2007 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2006 r., M.P. 2007, nr 49, poz. 569, s. 3.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 12 listopada 2008 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2007 r., M.P. 2008, nr 89, poz. 778.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 3 stycznia 2014 r. w sprawie ogłoszenia raportu dla Komisji Europejskiej dotyczącego wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2012 r., Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.
- Ocena skutków towarzysząca planowi na rzecz efektywności energetycznej, SEC(2011) 277.
- Odnowiona strategia UE na lata 2011–2014 dotycząca społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM (2011) 681, Bruksela 2011.
- Opinia dotycząca sprawozdania Komisji: Okresowe sprawozdanie z etapu pilotażowego inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w ramach strategii „Europa 2020” COM(2013) 929 final*, Biuro Analiz Sejmowych, Warszawa 2014.
- Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej w 2050 roku*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 112, Bruksela 2011.
- Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 109 wersja ostateczna, Bruksela 2011.
- Plan rozwoju elektromobilności. Projekt*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, <http://www.me.gov.pl/node/26456> [dostęp 17.09.2016].
- Plan uporządkowania strategii rozwoju*, tekst uwzględniający dokonane w dniu 10 marca 2010 r., 30 kwietnia 2011 r. oraz 12 lipca 2012 r. reasumpcje decyzji Rady Ministrów z dnia 24 listopada 2009 r., Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, 2009.
- Polityka ekologiczna Państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016*, Uchwała Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 22 maja 2009 r., M.P. 2009, nr 34, poz. 501.
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009, nr 202.
- Polityka klimatyczna Polski. Strategia redukcji emisji GHG w Polsce do roku 2020*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003.
- Polityka transportowa państwa na lata 2006–2025*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2005.
- Potencjalne konsekwencje rozwiązań dotyczących unijnej polityki klimatycznej dla polskiej gospodarki oraz wpływu na jej konkurencyjność*. Materiał informacyjny dla Komitetu do Spraw Europejskich, Warszawa 2013.
- Program e-Bus*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2016, https://www.mr.gov.pl/media/20985/eBus_MJE_dobre.pdf [dostęp 16.09.2016].
- Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia: europejski wkład w pełne zatrudnienie*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010) 682, Bruksela 2010.
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014.
- Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014–2020*, Warszawa 2014.
- Program pracy Komisji na 2015 r. Nowy początek*. Załącznik do Komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2014) 910 final, Annex 3, Strasburg 2014.
- Programowanie perspektywy finansowej 2014–2020 – Umowa Partnerstwa*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2014.

- Projekt ustawy o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych*, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016, R.M. 15.09.2016, <http://www.me.gov.pl/node/26429> [dostęp 18.09.2016].
- Proposal for a Directive on the deployment of alternative fuels infrastructure*, Commission Staff Working Document Impact Assessment, SWD (2013) 5 Part 1.
- Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2014) 15, Bruksela 2014.
- Roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource efficient transport system*, COM (2011) 144 final, Brussels 28.03.2011.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1222/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie etykietowania opon pod kątem efektywności paliwowej i innych zasadniczych parametrów. Dz.Urz. UE. L. 342, z 22.12.2009.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006, Dz.Urz. UE L347/320 z 20.12.2013.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 r. dotyczące homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężarowych o dużej ładowności (Euro VI) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i obsługi technicznej pojazdów, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 i dyrektywę 2007/46/WE oraz uchylające dyrektywy 80/1269/EWG, 2005/55/WE i 2005/78/WE, Dz.Urz. UE L 188 z 18.07.2009.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1316/2013 z 11 grudnia 2013 r. ustanawiające instrument „łącząc Europę”, zmieniające rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylające rozporządzenia (WE) nr 680/2007 i (WE) nr 67/2010, Dz.Urz. UE L 348 z 20.12.2013.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 1310/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające niektóre przepisy przejściowe w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 1305/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie środków i ich rozdziału w odniesieniu do roku 2014, a także i zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 oraz rozporządzenia (UE) nr 1307/2013, (UE) nr 1306/2013 i (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie ich stosowania w 2014 r., Dz.Urz. UE L 347 z 20.12.2013.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenia (WE) nr 715/2007 i (WE) nr 595/2009 w odniesieniu do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń przez pojazdy drogowe, KOM(2014) 28 final, Bruksela 2014.
- Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie stanu unijnego rynku transportu drogowego*, KOM(2014) 222, Bruksela 2014.
- Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów dotyczące stosowania dyrektywy 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego*, KOM(2013) 214 final, Bruksela 2013.
- Sprawozdanie Komisji. Okresowe Sprawozdanie z etapu pilotażowego inicjatywy w zakresie obligacji projektowych w Ramach Strategii „Europa 2020”*, KOM(2013) 929 final, Bruksela 2013.

- Sprawozdanie krajowe – Polska 2015 r.*, Dokument Roboczy Służb Komisji, SWD(2015) 40, Bruksela 2015.
- Sprawozdanie Ministra Gospodarki z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw paliw gazowych za okres od dnia 1 stycznia 2014 r. do dnia 31 grudnia 2014 r.*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2015.
- Sprawozdanie okresowe za lata 2009–2010 dotyczące postępu w promowaniu i wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych w Polsce*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2012.
- Sprawozdanie Prezesa Urzędu Zamówień Publicznych o funkcjonowaniu systemu zamówień publicznych w 2013 roku*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2014.
- Sprawozdanie z postępów w dziedzinie energii odnawialnej*, Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2015) 293 final, Bruksela 2015.
- Stanowisko Rządu RP do projektu Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych*, wniosek Parlamentu RP, Warszawa 2013.
- Stosowanie biopaliw i biokomponentów w transporcie*, Informacja o wynikach kontroli, KGP-4101-01-00/2013, nr ewid. 192/2013/P/13/054/KGP, luty 2014.
- Strategia „Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko – perspektywa do 2020 r.”*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 18 czerwca 2013 r., M.P. 2013, nr 104, poz. 640.
- Strategia „Sprawne państwo 2020”*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2013 r., M.P. 2013, nr 17, poz. 136.
- Strategia innowacyjności i efektywności gospodarki „Dynamiczna Polska 2020”*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 15 stycznia 2013 r., M.P. 2013, nr 7, poz. 73.
- Strategia rozwoju kapitału ludzkiego 2020*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 18 czerwca 2013 r., M.P. 2013, nr 104, poz. 640.
- Strategia rozwoju kapitału społecznego 2020*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 26 marca 2013 r., M.P. 2013, nr 61, poz. 378.
- Strategia Rozwoju Kraju 2020. Aktywne społeczeństwo, konkurencyjna gospodarka, sprawne państwo*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 25 września 2012 r., M.P. 2012, nr 157, poz. 882.
- Strategia rozwoju systemu bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej 2022*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 9 kwietnia 2013 r., M.P. 2012, nr 67, poz. 377.
- Strategia rozwoju transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.)*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 22 stycznia 2013 r., M.P. 2013, nr 6, poz. 75.
- Strategia w sprawie adaptacji do zmian klimatu*, KOM (2013) 216 wersja ostateczna, Bruksela 2013.
- Strategia wdrażania w Polsce zintegrowanej polityki produktowej*, Ministerstwo Środowiska, Dokument przyjęty przez Komitet Europejskiej Rady Ministrów, Warszawa 2005, R.M. 25.02.2005.
- Strategia zmian wzorców produkcji i konsumpcji na sprzyjające realizacji zasad zrównoważonego rozwoju*, Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej, Warszawa 2004, R.M. 14.10.2003.
- Strategia zrównoważonego rozwoju wsi i rolnictwa na lata 2012–2020*, Uchwała Rady Ministrów z dnia 25 kwietnia 2012 r., M.P. 2012, nr 163, poz. 839.
- Summary of the impact assessment: A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, Commission Staff Working Document Evaluation of the stakeholder consultation, Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, SEC(2011) 289 final, Brussels 2011.
- Sustainable Europe for a better world: A European Union strategy for sustainable development*, (Commission's proposal to the Gothenburg European Council), Commission of the European Communities, COM(2001) 264 final, Brussels 15.05.2001.
- Szczegółowy opis osi priorytetowych Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa, 2015.
- Traktat o Unii Europejskiej*, Dz.Urz. UE, 2010/C 83/01, t. 53, Bruksela wersja skonsolidowana wydana 30.03.2012.

- Ustawa *Prawo energetyczne* z dnia 10.04.1997 r., Dz.U. 1997, nr 54, z późn. zm., art. 3, p. 16.
- Ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji, Dz.U. 2009, nr 130, poz. 1070.
- Ustawa z dnia 22 stycznia 2015 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2015, poz. 143.
- Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008–2014*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007.
- Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenie (WE) nr 443/2009 w celu określenia warunków osiągnięcia docelowego zmniejszenia emisji CO₂ z nowych samochodów osobowych przewidzianego na 2020 r., KOM(2012) 393 wersja ostateczna, Bruksela 2012.
- Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniające rozporządzenie (UE) nr 510/2011 w celu określenia warunków osiągnięcia docelowego zmniejszenia emisji CO₂ z nowych lekkich pojazdów dostawczych przewidzianego na 2020 r., KOM(2012) 394 wersja ostateczna, Bruksela 2012.
- Wniosek. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i rady w sprawie rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych, KOM(2013) 18 final, Bruksela 2013.
- Wniosek. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę 98/70/WE z dnia 17 października 2012 r. odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, 2012/0288 (COD)C7-0337/12.
- Wsparcie projektów dotyczących wdrożenia paliw alternatywnych z instrumentu finansowego „Łącząc Europę”*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl> [dostęp 23.10.2015].
- Wykorzystanie potencjału ekologicznego wzrostu gospodarczego w zakresie zatrudnienia*, Dokument roboczy służb Komisji SWD(2012) 0092, Bruksela 2012.
- Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki*, Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2011, R.M. 16.08.2011.
- Zgoda na dofinansowanie z instrumentu Łącząc Europę polskich projektów transportowych*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Biuletyn Informacji Publicznej, <http://www.mir.gov.pl/strony/aktualnosci/zgoda-na-dofinansowanie-z-instrumentu-laczac-europe-polskich-projektow-transportowych/> [dostęp 20.10.2015].
- Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, KOM(2010) 614, Bruksela 2010.

V. Prezentacje i referaty

- VI Konferencja „Dobre Praktyki Doskonalenia Zarządzania – Zarządzanie Innowacją”, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 21 maja 2015, <http://biznesalert.pl/pietrewicz-innowacyjne-zarzadzanie-podstawa-rozwoju-spoecznego-i-gospodarczego-kraju/> [dostęp 07.08.2015].
- XI międzynarodowa konferencja NEUF 2015 pt. „Transformacja polskiej gospodarki poprzez energetykę i przemysł – efektywność, produktywność, dialog społeczny”, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 6 czerwca 2015, <http://www.kpk.gov.pl/?event=xi-miedzynarodowa-konferencja-neuf-2015> [dostęp 20.09.2015].
- Bolsi P., *Estimating passenger mobility by tourism statistics*, DGMove, 2nd International Transport Forum Statistical Meeting, OECD Conference Centre, Paris 1–2 April 2015, <http://www.itf-oecd.org/search/site/1.%09Bolsi%20P> [dostęp 12.06.2015].
- Boyce J., *Ecological economics and political economy; why the twain should meet*, Inaugu-

- ral Conference of US Society for Ecological Economics, Duluth, Minnesota 12 July 2001, www.isecoeco.org/ [dostęp 12.02.2013].
- Budnikowski A., Cygler M., *Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska i ekorozwój*, Referat na Konferencję Naukową „Globalizacja gospodarki a ochrona środowiska”, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 16–17 maja 2012, http://www.budnikowski.pl/files/dydaktyka/artykuly/Budnikowski_Cygler.pdf [dostęp 10.02.2014].
- Burnewicz J., *Rola państwa w kształtowaniu systemu transportowego*, European Financial Congress, http://www.efcongress.com/.../ekf_2012_j_burnewicz_rola-panstwa_transport [dostęp 16.12.2014].
- Crespo Garcia L., *La adaptacion de las infraestructuras de transporte al cambio climatico*, Presented at the Seminario sectorial del plan nacional de adaptacion al cambio climatico, 2011, http://www.marm.es/es/ceneam/grupos-de-trabajos-seminarios/cc-y-cbdb/16-Infraestructuras_transporto-CETA-CEDEX_tcm7-158552.pdf [dostęp 13.06.2014].
- Day C., *Sector integration and sustainable development*, Conference on Good Practice in Integration of Environment into Transport Policy, Brussels 2002, <http://www.europa.eu.int/comm/environment/gpc> [dostęp 05.03.2014].
- Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012: Notatka informacyjna*, GUS, Konferencja prasowa z 23.07.2014, Warszawa 2014, http://www.stat.gov.pl/portalinformacyjny/efektywnosc_wykorzystania_energii_w_latach_2 [dostęp 14.05.2015].
- Konkurs CEF 2014 w kontekście projektów dotyczących wdrożenia paliw alternatywnych*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warsztaty, Warszawa, 2015, <https://cng.auto.pl/12896/connecting-europe-facility-instrument-laczac-europe-dofinansowanie-dla-paliw-alternatywnych/> [dostęp 27.10.2015].
- Kulczycka J., Wernicka M., *Zarządzanie śladem węglowym w przedsiębiorstwach w Polsce – bariery i korzyści*, <https://www.min-pan.krakow.pl/pliki/pracownie/pbs> [dostęp 15.01.2016].
- Matkowski A., Kiełbik A., *Sąsiedzkie połączenia gazowe z systemami gazowniczymi krajów otaczających – interkonektory*, Gazprojekt, Warszawa, luty 2011, http://www.gazoprojekt.pl/p/polaczenia_miedzykrajowe.pdf [dostęp 05.12.2014].
- Michałek J., *Nowy nurt w teorii handlu międzynarodowego i jego znaczenie dla analizy skutków integracji walutowej w krajach Europy Środkowo-Wschodniej*, IX Kongres Ekonomistów Polskich, Warszawa 2013, www.pte.pl/pliki/pdf/PTE_4_25-11.pdf [dostęp 21.08.2015].
- Motowidlak U., *Trends in the transport sector as a manifestation of paradox Jevons'a*, SDS 2014 – Sustainable Development Symposium. 4th Annual European Postgraduate Symposium – Pan-European University of Bratislava, 2014, <http://www.sustainability.sk/> [dostęp 19.02.2014].
- Program e-Bus*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2016, https://www.mr.gov.pl/media/20985/eBus_MJE_dobre.pdf, [dostęp 16.09.2016].
- Sullivan Ch., O’Fallon C., *Vehicle occupancy in New Zealand’s three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand 1–3 October 2003, http://www.zneiz.pb.edu.pl/data/magazine/article/98/2.1_dobrzynska.pdf [dostęp 27.11.2013].
- Szablewski A., *Nowe megatrendy w światowej gospodarce*, Forum wymiany poglądów IRIS Views pod patronatem Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, Warszawa 27.05.2014, https://www.gpw.pl/wydarzenia/?ph_tresc_glowna_start=show&ph_tresc_glowna_cm_n_id=48729 [dostęp 03.04.2015].
- Transport. Trade and tourism*, Annual Summit of the International Transport Forum 27–29 May 2015, Leipzig, Germany, OECD, <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/14Highlights.pdf> [dostęp 07.06.2015].
- Wierzbicki A., *Edukacyjne i kulturowe wyznaczniki rozwoju i kreatywności: Ogólne aspekty interdyscyplinarne*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, referat na posiedzeniu Komitetu, Warszawa 18 marca 2009, www.pte.pl/pliki/pdf/biuletyn_pte_spec_2010.pdf [dostęp 16.10.2014].
- Założenia Planu rozwoju elektromobilności w Polsce*, konferencja pt. „W kierunku elek-

tromobilności”, Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Energii i Politechnika Warszawska, Warszawa 7 czerwca 2016 r., [https://](https://www.mr.gov.pl/strony/aktualnosci/w-drodze-do-elektromobilnosci/)

www.mr.gov.pl/strony/aktualnosci/w-drodze-do-elektromobilnosci/ [dostęp 10.06.2016].

VI. Źródła internetowe

- [http://biznes.pap.pl/pl/news/all/info/1709741,me-kieruje-do-konsultacji-plan-rozwoju-elektromobilnosci-\(aktl-\)](http://biznes.pap.pl/pl/news/all/info/1709741,me-kieruje-do-konsultacji-plan-rozwoju-elektromobilnosci-(aktl-)) [dostęp 20.09.2016].
- <http://biznes.pl/gielda/profile/surowce/ropa-brent,430,0,121,profile-surowce-ogolne.html> [dostęp 12.06.2015].
- <http://boostinginvestmentstransport.eu/presentations/WS%20B%20%20Alternative%20fuel%20session/H.%20Van%20Honnacker.pdf> [dostęp 06.11.2015].
- <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC> [dostęp 27.11.2014].
- http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/vassiliou/events/debate_en.htm [dostęp 24.11.2014].
- http://ec.europa.eu/contracts_grants/funds_pl.htm [dostęp 14.11.2015].
- http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pocketbook.pdf [dostęp 11.06.2015].
- <http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2012> [dostęp 16.01.2014].
- <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [dostęp 02.03.2015, 05.05.2015].
- [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:European_Free_Trade_Association_\(EFTA\)/pl](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:European_Free_Trade_Association_(EFTA)/pl) [dostęp 27.06.2016].
- <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refresh-TableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdcc210&language=en> [dostęp 15.12.2015].
- <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdtr210&plugin=1> [dostęp 26.05.2015].
- <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tec00114&plugin=1> [dostęp 20.01.2016].
- http://ec.europa.eu/regional_policy/pl/funding/cohesion-fund/ [dostęp 12.11.2015].
- <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?ca-tid=961&langid=pl> [dostęp 26.11.2014].
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> [dostęp 06.05.2014].
- <http://euro-dane.com.pl/wydarzenia-gospo-darcze-428> [dostęp 11.06.2016].
- <http://ewent.vtt.fi> [dostęp 09.10.2013].
- <http://gnewtcargo.co.uk/about-us/> [dostęp 05.06.2015].
- <http://klimada.mos.gov.pl> [dostęp 22.09.2014].
- <http://media.energa.pl/pr/299156/energa-kolejny-punkt-ladowania-samochodow-elektrycznych-w-trojmiescie> [dostęp 05.08.2015].
- http://motoryzacja.wnp.pl/rzad-planuje-milion-aut-elektrycznych-na-drogach-juz-w-2025-r,279937_1_0_0.html [dostęp 30.08.2016].
- http://nafta.wnp.pl/ceny_paliw/ [dostęp 06.01.2016].
- http://nafta.wnp.pl/notowania/ceny_ropy?zakres=3, [dostęp 05.10.2016].
- Niemiecki rząd przyjął program dopłat do aut elektrycznych*, Centrum Informacji o Rynku Energii, <http://www.cire.pl/item,129453,1,0,0,0,0,niemiecki-rzad-przyjal-program-doplat-do-aut-elektrycznych.html>, [dostęp 22.06.2016].
- http://odyssee.enerdata.net/nrd_web/site/ [dostęp 15.06.2015, 24.06.2015, 28.06.2015].
- <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/> [dostęp 28.12.2015].
- Tychy. 36 nowych autobusów na gaz CNG*, <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/tychy-36-nowych-autobusow-na-gaz-cng-49899.html>, [dostęp 02.07.2015].
- <http://wgospodarce.pl/informacje/20532-mega-projekt-w-swinoujsciu> [dostęp 18.12.2015].
- <http://wits.worldbank.org/> [dostęp 25.07.2015].
- <http://www.aef.org.uk/page/5/?s=How+does+air+compare> [dostęp 08.07.2015].

- <http://www.ambafrance-pl.org/Francja-zajmuje-pierwsze-miejsce> [dostęp 15.02.2014].
- <http://www.avery.org/www/index.php> [dostęp 07.01.2015].
- http://www.avery-france.org/Site/Category/?arborescence_id=1 [dostęp 02.05.2014].
- <http://www.cire.pl/> [dostęp 28.07.2015].
- <http://www.cire.pl/item,101935,13,0,0,0,0,-gradziuk-deklaracje-chin-i-usa-.html> [dostęp 15.11.2014].
- http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_Data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf [dostęp 04.10.2014].
- <http://www.easy-forex.com/au/pl/brentoil/> [dostęp 08.06.2015].
- http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/nominal-and-real-fuel-prices#tab-chart_1 [dostęp 10.06.2015].
- <http://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/slownik-terminow-prawnych/urzedzenia-do-ochrony-srodowiska> [dostęp 20.02.2016].
- http://www.ekonsument.pl/materialy/publ_606_raport_zzp_w_polsce_mozliwosci_bariery_strategie_2015.pdf [dostęp 05.12.2015].
- <http://www.forbes.pl/tesla-w-polsce-producent-elektrycznych-samochodow-zapowiada-5-stacji,artykuly,182963,1,1.html> [dostęp 20.01.2016].
- <http://www.gospodarkamorska.pl/Porty,Transport/me-konsultuje-krajowe-ramy-polityki-rozwoju-infrastruktury-paliw-alternatywnych.html> [dostęp 22.09.2016].
- <http://www.haccp-polska.pl/documents/ulotka-kzr-inig.pdf> [dostęp 15.10.2015].
- http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/x/projekte/odyssee-mure_31-463-3.php [dostęp 17.06.2015].
- <http://www.isis-it.net/survey4/ResultsOverview.asp?DisplayHeader=Yes&SurveyID=103> [dostęp 12.01.2015].
- <http://www.kape.gov.pl/index.php/pl/projekty/projekty/monitorowanie-efektywnosci-energetycznej> [dostęp 17.06.2015].
- <http://www.kib.pl/index.php/component/content/article/29-kib/wiedza/149-koszty-produkcji-biopaliw-pynnych> [dostęp 01.10.2015].
- <http://www.komunikaty.pl/> [dostęp 12.02.2015].
- <http://www.odyssee-mure.eu> [dostęp 02.03.2015].
- <http://www.ogniwa-paliwowe.com/> [dostęp 15.01.2015].
- <http://www.paliwa.pl/news/komunikat-ceny-2015-06-12> [dostęp 12.06.2015].
- <http://www.sterndavidi.com/Publications/JEI1997.pdf> [dostęp 12.10.2013].
- <http://www.umweltbundesamt.de/> [dostęp 14.12.2015].
- <http://www.uzp.gov.pl/cmsws/page/?D;2876> [dostęp 05.12.2015].
- <http://www.weather-project.eu> [dostęp 12.10.2013].
- <http://www.worldoil.com/magazine> [dostęp 16.03.2015].
- <http://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/press-releases/articles/motoryzacja-czy-bedziemy-jezdzieli-elektrykami.html> [dostęp 20.10.2015].
- <http://yegroup.pl/wp-content/uploads/2014/05/Rozwiazania-logistyki-miejskiej-transportu-ladunkow-na-przyk%C5%82a-dzie-Londynu.pdf> [dostęp 05.06.2015].
- <https://cng.auto.pl/12760/konkurs-cef-transport-na-wsparcie-najlepszych-polskich-projektow-transportowych-rozstrzygniety/> [dostęp 27.10.2015].
- <https://cng.auto.pl/cena-cng-w-polsce/> [dostęp 06.01.2016].
- <https://cng.auto.pl/forum/akcyza-a-cng-t1360.html> [dostęp 15.02.2015].
- <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> [dostęp 15.12.2015].
- <https://www.cupt.gov.pl> [dostęp 14.11.2015].
- https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/mos/Aktualnosci/COP21_-_podsumowanie.pdf [dostęp 05.05.2016].
- Millennium Ecosystem Assessment, www.millenniumassessment.org [dostęp 10.01.2014].
- samochodyelektryczne.org/samochody_hybrydowe_typu_plug-in_kontra_samochody_elektryczne.htm [dostęp 20.01.2016].

The impact of alternative fuels' usage in road transport on the development of low-carbon emission economy in the European Union

(Summary)

The evaluation of potential development of low-carbon road transport in EU was a major inspiration to undertake the research, the results of which are presented in this dissertation. The study focuses on the search for relations between the use of alternative fuels in road transport and the development of a competitive and resource-efficient transport system. The potential of alternative fuels that can be used for the development of low-carbon emission transport set the course of this research. This potential was developed by the innovative nature of the actions necessary for its launch. The low emission technology is based primarily on development of alternative fuels, vehicles equipped with alternative drives and infrastructure for their power supply.

The alternative fuel usage related development of low-carbon emission transport and economy in the EU and in Poland is associated with the provision of road transport competitiveness, reduction of CO₂ emissions, security of transport fuels' supply and the achieving social objectives. These goals were assessed by qualitative model of road transport in Poland. This model was supplemented with quantitative features by implementing artificial intelligence methods. The presented model proved to be effective because its usage in the research led to the general conclusion about the possibility of development of low-carbon emission road transport and economy in the EU and in Poland as a result of the alternative fuels' use.

The study's results indicate that the alternative fuels' usage in road transport can be very important for Poland regarding the obligations to the EU climate and energy directives. For our country, this method seems to more likely to be accepted and is less cost-intensive and time-consuming than, e.g. reducing the role of coal in the energy sector. This solution is also very important from the point of view of Polish fuel supply sustainability, which is heavily dependent on oil derivatives' import.

Der Einfluß der Verwendung von alternativen Kraftstoffen im Straßentransport auf die Entwicklung der kohlenstoffarmen Wirtschaft der Europäischen Union

(Zusammenfassen)

Die Bewertung der Möglichkeit der Entwicklung vom kohlenstoffarmen EU Straßentransport wurde zu einem großen Ansporn der wissenschaftlichen Forschung, deren Ergebnisse in der Dissertation präsentiert worden sind. Die Studie konzentrierte sich über die Suche nach Abhängigkeiten, die zwischen dem Einsatz der alternativen Kraftstoffe im Straßentransport und der Entwicklung eines wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Transportsystems existieren. Eine solche Ausrichtung der Forschung wurde wegen eines großen Potenzials von alternativen Kraftstoffen beschlossen, das für die Entwicklung vom kohlenstoffarmen Straßentransport verwendet werden kann. Dieses Potential ergibt sich unter anderem von der innovativen Art der Maßnahmen, die notwendig sind, um die kohlenstoffarmen Technologien entwickeln und es erschließen lassen. Diese Maßnahmen beziehen sich im Wesentlichen auf die Entwicklung der alternativen Kraftstoffe, der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und der Infrastruktur für ihre Einspeisung.

Die Entwicklung des kohlenstoffarmen Straßentransports und der kohlenstoffarmen Wirtschaft in der EU und in Polen als Folge der Verwendung der alternativen Kraftstoffe muß mit der Konkurrenzfähigkeit dieses Straßentransports, der Reduzierung der CO₂-Emissionen aus dem Transport, der stabilen Versorgung mit Transportkraftstoffen und mit der Befriedigung der Sozialanforderungen in Einklang gebracht werden. Um die Durchführbarkeit dieses Ziels nachzuprüfen, wurde ein qualitatives

Modell des Straßentransports in Polen gebaut, dem die quantitativen Merkmale durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz verliehen wurden. Das gebaute Forschungsinstrument erwies sich als wirksam, weil seine Nutzung im Forschungsprozeß eine Aussage formulieren ließ, daß die Entwicklung des kohlenstoffarmen Straßentransports und der kohlenstoffarmen Wirtschaft in der EU und in Polen als Folge der Verwendung von alternativen Kraftstoffen möglich ist.

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß die Verwendung alternativer Kraftstoffe im Straßentransport eine sehr wirksame Weise für Polen sein kann, die sich aus den EU Klima- und Energiepaketen ergebenden Verpflichtungen zu erfüllen. Für Polen scheint dieses Verfahren akzeptabel und weniger kostbar und zeitraubend als beispielsweise die Reduzierung der Rolle der Kohle im Energiebereich zu sein. Dieses Verfahren ist auch für die Sicherung der Lieferungen von Transportkraftstoffen in unserem Land wichtig, das von Öl und Gas Einfuhren stark abhängig ist.

Spis tabel

Tabela 1.	Wartości progowe procesów decydujących o stabilności ekosystemów	66
Tabela 2.	Klasyfikacja kapitału	69
Tabela 3.	Wpływ zmian klimatu na infrastrukturę transportową	98
Tabela 4.	Zmiany wielkości i struktury paliwowej globalnego zapotrzebowania na energię pierwotną	104
Tabela 5.	Zmiany wielkości i struktury paliwowej zapotrzebowania na energię pierwotną UE	105
Tabela 6.	Zmiany wartości zasadniczych wskaźników globalnego sektora energii	106
Tabela 7.	Zmiany wartości zasadniczych wskaźników sektora energii UE	107
Tabela 8.	Założenia planu rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Polsce	124
Tabela 9.	Przegląd celów w zakresie dekarbonizacji transportu w UE do 2050 r.	135
Tabela 10.	Główne działania na rzecz redukcji emisji CO ₂ w transporcie	137
Tabela 11.	Główne paliwa alternatywne dla poszczególnych gałęzi transportu	143
Tabela 12.	Przykłady inicjatyw państw członkowskich UE w zakresie upowszechniania stosowania biopaliw w transporcie samochodowym	147
Tabela 13.	Poziomy emisji CO ₂ wyznaczone dla wybranych biopaliw, benzyny i oleju napędowego stosowanych do napędu pojazdów samochodowych w UE	150
Tabela 14.	Wartości graniczne dla europejskich norm emisji zanieczyszczeń oraz wielkość emisji zanieczyszczeń z silników pojazdów samochodowych zasilanych gazem CNG (w g/kWh)	151
Tabela 15.	Poziomy emisji CO ₂ wytwarzane przez pojazdy samochodowe	157
Tabela 16.	Poziomy emisji CO _{2eq} /poj.km ogółem w cyklu życia energii elektrycznej wytworzonej w ogniwach paliwowych dla wybranych metod produkcji wodoru	159

Tabela 17.	Poziomy emisji CO ₂ wyznaczone dla wybranych paliw syntetycznych, benzyny i oleju napędowego stosowanych do napędu pojazdów samochodowych w UE	161
Tabela 18.	Wybrane ogólne trendy rozwojowe uznane w literaturze przedmiotu	170
Tabela 19.	Sektorowa struktura wartości dodanej brutto i zatrudnienia (w %)	172
Tabela 20.	Wpływ ogólnych trendów rozwojowych na zmiany potrzeb energetycznych transportu UE	176
Tabela 21.	Wybrane charakterystyki dla przewozów ładunków w UE w latach 1995–2013	180
Tabela 22.	Prognoza pracy przewozowej i struktury gałęziowej w lądowych przewozach ładunków w UE do 2050 r.	183
Tabela 23.	Wybrane charakterystyki dla transportu osób w UE w latach 1995–2012	195
Tabela 24.	Prognoza rozwoju rynku przewozów pasażerskich w UE do 2050 r.	200
Tabela 25.	Kierunki zmian w zakresie motoryzacji indywidualnej w UE w latach 1995–2012	203
Tabela 26.	Kierunki zmian w zakresie potrzeb energetycznych i efektywności energetycznej transportu samochodowego w UE	217
Tabela 27.	Struktura zużycia paliw w motoryzacji indywidualnej oraz samochodów osobowych według rodzaju napędu w UE w latach 1990–2050 (w %)	220
Tabela 28.	Wielkość emisji CO ₂ z transportu samochodowego w UE w latach 1990–2012	224
Tabela 29.	Klasyfikacja instrumentów wsparcia rozwoju rynku paliw alternatywnych i infrastruktury dostępnych dla instytucji publicznych	255
Tabela 30.	Projekty o zasięgu międzynarodowym w zakresie rozwoju paliw alternatywnych dla transportu samochodowego dofinansowane z funduszu CEF w ramach I konkursu (w mln EUR)	261
Tabela 31.	Zużycie biopaliw w transporcie samochodowym w UE w latach 2012–2013	277
Tabela 32.	Największe rynki pojazdów zasilanych gazem ziemnym (NGV) w UE i rynek Polski w 2014 r.	289
Tabela 33.	Bariery wykorzystania gazu ziemnego w transporcie samochodowym w Polsce	295
Tabela 34.	Programy wsparcia rozwoju elektromobilności w wybranych państwach członkowskich UE w latach 2010–2014	299
Tabela 35.	Sprzedaż nowych EV w wybranych państwach członkowskich UE w latach 2011–2014	302
Tabela 36.	Bariery rozwoju punktów ładowania samochodów z napędem elektrycznym w Polsce	308
Tabela 37.	Działania główne i szczegółowe na rzecz wykorzystania paliw alternatywnych i rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego UE	321
Tabela 38.	Ilościowy model transportu samochodowego Polski	324
Tabela 39.	Wskazania ekspertów dotyczące istotności cząstkowych (w %)	327

Spis rysunków

Rysunek 1.	Racjonalność gospodarowania w systemie gospodarka-społeczeństwo-środowisko	32
Rysunek 2.	Bezpośrednie (najbliższe) i fundamentalne (głębsze) źródła wzrostu gospodarczego	43
Rysunek 3.	Czynnik przyrodniczy w działalności gospodarczej	44
Rysunek 4.	Szacunkowy poziom produktu krajowego brutto <i>per capita</i> na świecie w latach 1000–2030 wyrażony w USD z 1990 r.	45
Rysunek 5.	Otwarty system społeczeństwo-gospodarka-przyroda	47
Rysunek 6.	Wpływ obciążeń antropogenicznych na ekosystemy	57
Rysunek 7.	Zasadnicze etapy koncepcji rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w UE	84
Rysunek 8.	Przyczyny i następstwa zmian klimatu	94
Rysunek 9.	Ścieżka redukcji emisji GHG w UE do 2050 r.	116
Rysunek 10.	Emisje CO ₂ <i>per capita</i> w wybranych krajach	117
Rysunek 11.	Spójność Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej z wybranymi dokumentami UE i Polski	122
Rysunek 12.	Zmiana wielkości emisji CO ₂ w najważniejszych sektorach gospodarki Polski w latach 1988–2012 (w %)	127
Rysunek 13.	Struktura emisji CO ₂ w podziale na sektory gospodarki w UE i Polsce w 2012 r.	128
Rysunek 14.	Relacje między gospodarką, społeczeństwem, środowiskiem i transportem niskoemisyjnym	136
Rysunek 15.	Względne redukcje emisji CO ₂ ogółem w cyklu życia wybranych biopaliw w stosunku do emisji CO ₂ pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym	149
Rysunek 16.	Względne redukcje emisji zanieczyszczeń przez pojazdy napędzane gazem CNG w stosunku do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym	152

Rysunek 17.	Względne redukcje emisji CO ₂ ogółem w cyklu życia gazu ziemnego w odniesieniu do emisji CO ₂ pochodzących z pojazdów napędzanych benzyną i olejem napędowym	154
Rysunek 18.	Średnie roczne tempo wzrostu PKB i wymiany międzynarodowej w UE w okresie 2005–2014	179
Rysunek 19.	Prognoza dynamiki wzrostu pracy przewozowej w latach 2010–2050 i udziału transportu samochodowego w lądowych przewozach ładunków w państwach UE-13 w 2050 r.	186
Rysunek 20.	Udział pustych przebiegów w całkowitej liczbie pojazdokilometrów w transporcie samochodowym ładunków w UE w latach 2003–2012	188
Rysunek 21.	Struktura samochodów ciężarowych w UE według wieku (% ogółem tkm)	191
Rysunek 22.	Tendencje obrazujące zmiany PKB i pracy przewozowej w transporcie osób w UE w latach 2000–2012	196
Rysunek 23.	Struktura pracy przewozowej transportu lądowego wykonanej w przewozach osób w państwach członkowskich UE w latach 1995–2012	197
Rysunek 24.	Ceny paliw transportowych (łącznie z podatkami) w państwach członkowskich UE w latach 1980–2013	209
Rysunek 25.	Struktura kosztów eksploatacyjnych w transporcie samochodowym ładunków w wybranych państwach członkowskich UE	212
Rysunek 26.	Dynamika zmian wydatków na transport ogółem i eksploatację samochodów osobowych gospodarstw domowych w państwach członkowskich UE w latach 2006–2012	213
Rysunek 27.	Struktura zużycia paliw w transporcie samochodowym UE w latach 1990–2012 (w %)	219
Rysunek 28.	Prognoza zmian poziomu emisji CO ₂ pochodzących ze spalania paliw w podziale na sektory w UE w latach 1990–2050	222
Rysunek 29.	Koncepcja rozwoju paliw alternatywnych dla transportu samochodowego	234
Rysunek 30.	Krajowe ramy polityki rozwoju rynku paliw alternatywnych i właściwej infrastruktury w odniesieniu do transportu samochodowego	253
Rysunek 31.	Wykorzystanie biopaliw w transporcie samochodowym UE w latach 1995–2013	275
Rysunek 32.	Wskaźniki sprzedaży nowych samochodów z napędem elektrycznym i PKB <i>per capita</i> in PPS w wybranych państwach członkowskich UE w 2014 r.	302
Rysunek 33.	Sprzedaż nowych samochodów BEV i PHEV w UE w latach 2011–2014	303
Rysunek 34.	Punkty ładowania samochodów EV w Holandii, Francji i Niemczech w latach 2011–2014 (w szt.)	306
Rysunek 35.	Jakościowy model transportu samochodowego	319

Rysunek 36.	Założenia dotyczące wartości wskaźników działań częściowych	335
Rysunek 37.	Wpływ czynników zewnętrznych na efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce	336
Rysunek 38.	Efekty rozwoju niskoemisyjnego transportu samochodowego w Polsce w wyniku wykorzystania paliw alternatywnych – wyniki badania ankietowego	338
Rysunek 39.	Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu głównego i celów częściowych względem skuteczności działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF)	341
Rysunek 40.	Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu głównego względem skuteczności poszczególnych działań głównych	342
Rysunek 41.	Funkcje wrażliwości wskaźników realizacji celu C_R względem skuteczności poszczególnych działań głównych	343
Rysunek 42.	Przypadek wzrostu znaczenia działania na rzecz rozwoju i utrzymania infrastruktury paliw alternatywnych (działanie INF) kosztem działania na rzecz promowania stosowania paliw alternatywnych (działanie PRO)	344
Rysunek 43.	Przypadek wzrostu znaczenia działania na rzecz zapewnienia ciągłości paliw alternatywnych (działanie CDO) kosztem działania na rzecz wprowadzania paliw alternatywnych na rynek (działanie RPA)	345

Od Redakcji



Urszula Motowidlak jest absolwentką Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi, specjalność biologia środowiskowa, oraz Wydziału Ekonomiczno-Socjologicznego Uniwersytetu Łódzkiego. Pracę naukową rozpoczęła w Zakładzie Ekologii Stosowanej UŁ. W 2007 r. uzyskała stopień naukowy doktora nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii na Wydziale Ekonomiczno-Socjologicznym UŁ. Obecnie jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie

Logistyki Instytutu Ekonomik Stosowanych i Informatyki na Wydziale Ekonomiczno-Socjologicznym UŁ.

W badaniach naukowych wykorzystuje interdyscyplinarne podejście do analiz zagadnień ekonomicznych i środowiskowych. Zakres Jej zainteresowań naukowych dotyczy teoriopoznawczych i aplikacyjnych aspektów zrównoważonego rozwoju transportu i logistyki. Koncentruje się na badaniu potrzeb energetycznych transportu, integracji polityki energetycznej, klimatycznej i transportowej w kontekście rozwoju konkurencyjnego i zasobooszczędnego transportu oraz budowaniu ładu zintegrowanego, sprzyjającego akceptacji społecznej dla innowacyjnych rozwiązań oraz upowszechnianiu proekologicznych zachowań w transporcie. Uczestniczyła w kilku projektach badawczych dotyczących tematyki rozwoju zrównoważonego. Jest autorką kilkudziesięciu publikacji naukowych. Wyniki swoich badań i analiz prezentowała również na wielu konferencjach, organizowanych przez krajowe i międzynarodowe ośrodki naukowe.