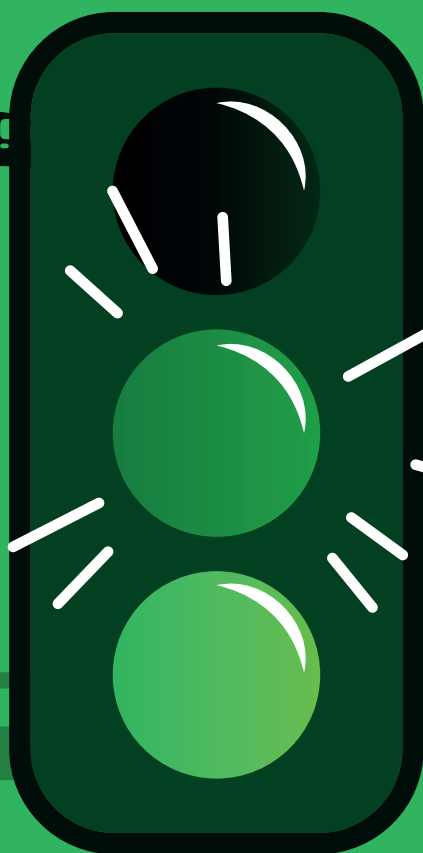


WRZESIEŃ 2022

WARSZAWA

ISBN 978-83-66698-91-8



Wpływ „Fit For 55” na scenariusze rozwoju transportu pasażerskiego w Polsce

Cytowanie:

Maj, M., Miniszewski, M., Rabiega, W. (2022), *Wpływ „Fit For 55” na scenariusze rozwoju transportu pasażerskiego w Polsce*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

Warszawa, wrzesień 2022 r.

Autorzy: Magdalena Maj, Maciej Miniszewski, Wojciech Rabiega

Redakcja merytoryczna: Andrzej Kubisiak

Redakcja: Jakub Nowak, Małgorzata Wieteska

Projekt graficzny: Anna Olczak

Współpraca graficzna: Tomasz Gałązka, Sebastian Grzybowski

Skład i łamanie: Sławomir Jarząbek

Polski Instytut Ekonomiczny

Al. Jerozolimskie 87

02-001 Warszawa

© Copyright by Polski Instytut Ekonomiczny

ISBN 978-83-66698-91-8

Spis treści

Kluczowe liczby.....	4
Kluczowe wnioski.....	5
Wprowadzenie.....	6
Emisje w polskim transporcie.....	8
Historyczne emisje w sektorze transportu.....	8
Projekty „Fit For 55” i „PEP2040”.....	10
Model, jego struktura, dane i metodyka.....	15
Modelowanie i wyniki.....	21
Scenariusz bazowy.....	22
Scenariusz analityczny I.....	25
Scenariusz analityczny II.....	28
Dyskusja.....	32
Bibliografia.....	34
Spis tabel, schematów i wykresów.....	35

Kluczowe liczby

17 proc.

udział emisji transportu w całej gospodarce Polski w latach 2019-2020 (w porównaniu do 4 proc. w 1990 r.)

-69 proc.

spadek liczby przewiezionych pasażerów koleją w Polsce w latach 1990-2021

+214 proc.

wzrost emisji transportu w latach 1990-2020 (najwięcej spośród wszystkich gałęzi gospodarki)

Skutki wyboru poszczególnych scenariuszy dla sektora transportu	Status quo	Scenariusz I	Scenariusz II
Redukcja emisji 2020-2050 (w proc.)	-22,2	-57,1	-67,3
Udział samochodów elektrycznych i wodorowych we flocie pojazdów osobowych w 2050 r. (w proc.)	19,5	58,5	74,8
Udział autobusów elektrycznych i wodorowych we flocie autobusów w 2050 r. (w proc.)	18,0	36,4	36,4

Scenariusze dla dekompozycji emisji w sektorze transportu	Zmiana emisji według aktywności w latach 2020-2050 (w Mt CO ₂)	Zmiana emisji według struktury w latach 2020-2050 (w Mt CO ₂)	Zmiana emisji według intensywności w latach 2020-2050 (w Mt CO ₂)	Redukcja emisji w latach 2020-2050 (w Mt CO ₂)
Scenariusz I	+7,8	-20,2	-5,8	-18,2
Scenariusz II	+6,6	-24,6	-3,5	-21,4

Kluczowe wnioski

- ▶ **Unijne polityki klimatyczne przyspieszą zmiany w transporcie.** Według modelu TRANSPASSPOL decyzje polityczne czy zmiany rynkowe zmniejszą intensywność emisji sektora transportu nawet o blisko 70 proc. Realizacja scenariusza z wprowadzeniem ETS dla sektora transportu i implementacja limitów emisyjnych (Scenariusz I) zredukuje emisje CO₂ o prawie 60 proc. w latach 2020-2050. Zakaz rejestracji aut spalinowych od 2035 r. (Scenariusz II) zredukuje emisje o kolejne 10 pkt. proc.
- ▶ **Brak działań i utrzymanie *status quo* wyraźnie spowolni proces elektryfikacji transportu i ograniczeń emisji.** Redukcja CO₂, która wynika z rozwoju technologicznego i malejących kosztów pojazdów elektrycznych, wyniesie jedynie 20 proc. W 2050 r. co piąty samochód osobowy będzie pojazdem elektrycznym.
- ▶ **Implementacja projektu „Fit For 55” ma ograniczony wpływ na elektryfikację transportu publicznego.** Limity emisyjne zwiększą udział autobusów elektrycznych i wodorowych w całej flocie dwukrotnie z 18 proc. do ponad 36 proc. Nadal 60 proc. parku pojazdów komunikacji zbiorowej pozostanie napędzana olejem napędowym.
- ▶ **Wykorzystanie komunikacji publicznej zmniejsza intensywność emisji sektora.** Mimo 60 proc. udziału silników Diesla we flocie transportu zbiorowego, zastąpienie samochodów osobowych jest skutecznym sposobem na ograniczanie zanieczyszczeń. W Scenariuszu I i Scenariuszu II udział zbiorowemu w aktywności pasażerskiej rośnie z 20 proc. do 26-28 proc. w latach 2020-2050. Brak implementacji polityk klimatycznych zwiększy udział transportu zbiorowego jedynie do 22 proc.
- ▶ **Wysoki udział węgla w miksie energetycznym zmniejsza potencjał redukcji elektryfikacji transportu.** Wysokoemisyjna produkcja energii elektrycznej obniża efektywność zwiększania udziału pojazdów elektrycznych we flocie samochodów osobowych, ale jest to czynnik pomijany w modelu. Stworzony przez nas model nie uwzględnia gwałtownych szoków w postaci agresji Rosji na Ukrainę, kryzysu energetycznego i czynników behawioralnych, ale oferuje porównanie realizacji polityk krajowych i unijnych wobec zachowania *status quo* przy ogólnych i jednolitych założeniach rynkowych.

Wprowadzenie

Transport odpowiada za ok. 25 proc. emisji gazów cieplarnianych w UE w 2019 r., w tym ponad 70 proc. – transport drogowy, a prawie 15 proc. – podróże samolotami. W Polsce udział emisji transportu w całej gospodarce był niższy i wyniósł 17 proc., w tym ponad 92 proc. stanowił transport drogowy i prawie 5 proc. lotniczy. Transport był drugim najbardziej emisyjnym sektorem polskiej gospodarki (KE, 2021; EEA, 2022). Celem unijnego projektu regulacji „Fit For 55” jest przyspieszenie transformacji mobilności, dzięki wymogowi zmniejszenia średnich emisji z nowych samochodów osobowych o 55 proc. w 2030 r. i o 100 proc. od 2035 r. oraz lekkich pojazdów użytkowych o 50 proc. w 2030 r. i 100 proc. w 2035 r. Wynika z tego, że od 2035 r. wszystkie tego typu pojazdy rejestrowane w UE będą zeroemisyjne. KE przewiduje również wprowadzenie odrębnego systemu handlu uprawnieniami do emisji w sektorze transportowym. Ma on funkcjonować w odniesieniu do dystrybucji paliw w transporcie drogowym. Postulaty te są obecnie dyskutowane, a kraje członkowskie nie podjęły jeszcze ostatecznej decyzji co do zakresu regulacji. Obok nowych polityk unijnych, postępującego rozwoju elektromobilności i trwającej transformacji energetycznej, na kształt sektora transportowego wpływa sytuacja na rynku energii i surowców. W niniejszym opracowaniu przedstawiamy modelowaną ścieżkę zmiany struktury pojazdów w Polsce do 2050 r. i idące za tym ograniczenia emisji. Celem raportu jest przedstawienie efektów planowanych działań UE i ich zestawienie z obecnym *status quo*.

W tym celu stworzyliśmy w Polskim Instytucie Ekonomicznym model sektora transportu pasażerskiego TRANSPASSPOL, który jest modelem ekonomicznym aktywności transportowej w Polsce. Pozwala on na szczegółowe modelowanie floty pojazdów w branży transportowej i sposobu ich wykorzystania, w postaci określenia przebiegów, cen eksploatacji i obciążenia. Uśrednione koszty przejazdów zmieniają się dynamicznie w ujęciu rocznym do 2050 r. TRANSPASSPOL jest modelem równowagi cząstkowej, a więc służy do badania skutków działań politycznych i czynników zewnętrznych na wybranym, konkretnym rynku, na który ma bezpośredni wpływ. Podejście to ignoruje skutki obecne w pozostałych branżach i efekty behawioralne.

W niniejszym opracowaniu analizowaliśmy zmiany struktury przewozów pasażerskich i związanej z nimi emisji CO₂. Zbadaliśmy skutki wprowadzenia

wybranych polityk w ramach „Fit For 55”; najpierw z zatwierdzonymi wymaganiami dotyczącymi limitu emisji spalin, dalej z zaakceptowaniem zakazu sprzedaży nowych pojazdów spalinowych. W efekcie przedstawiliśmy ścieżki spadku emisji w polskim sektorze transportu.

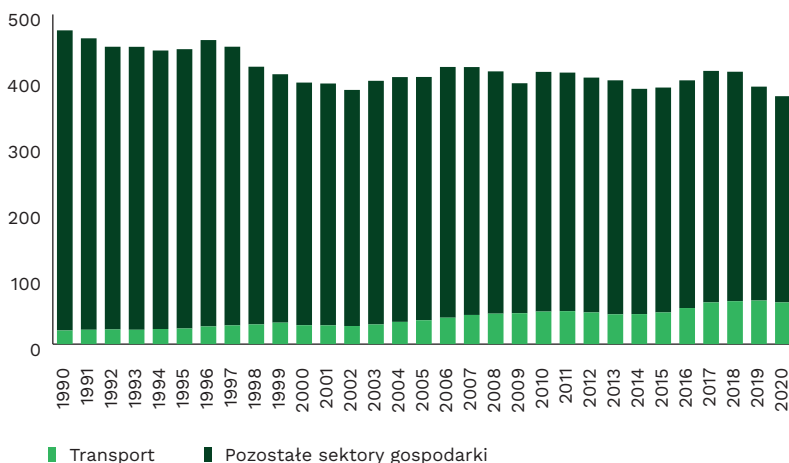
Emisje w polskim transporcie

Historyczne emisje w sektorze transporcie

W ostatnich trzech dekadach ilość emisji gazów cieplarnianych w Polsce spadła z ok. 470 mln t do 400 mln t CO₂ rocznie. Najwyższy udział w krajowych emisjach gazów cieplarnianych (Greenhouse Gases, GHG) miała elektroenergetyka i ciepłownictwo. Redukcja emisji w tych sektorach wpłynęła na zmniejszenie ich udziału w ogólnej emisji z blisko 50 proc. w 1990 r. do niecałych 40 proc. w 2019 r. Wysoki pozostaje natomiast udział transportu, który w latach 2019-2020 odpowiadał za ok. 17 proc. emisji całej gospodarki w porównaniu do 4 proc. w 1990 r.

Wykres 1. Intensywność emisji gospodarki spada, a transportu rośnie

Poziomy oraz osiągnięte redukcje emisji gazów cieplarnianych w transporcie i całej gospodarce w Polsce w latach 1990-2020 (w mln CO₂e)

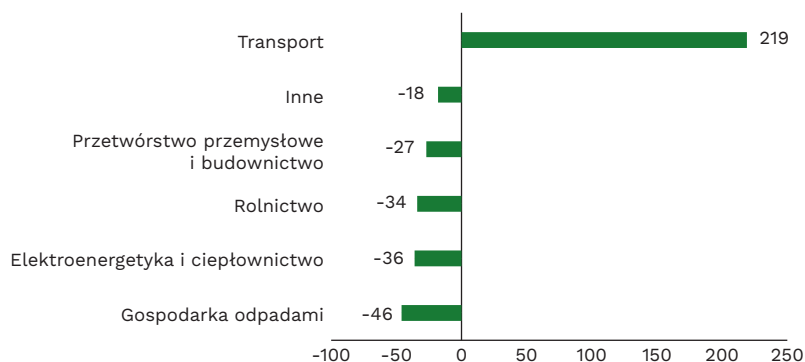


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych EEA.

Emisje w sektorze transportu wzrosły ponad trzykrotnie od 1990 r., podczas gdy większość gałęzi polskiej gospodarki zanotowała spadek emisji w porównaniu z 1990 r. Zwiększenie emisji o prawie 220 proc. w transporcie wynika z powiększenia rozmiaru floty samochodów osobowych, co postępowało w Polsce stopniowo po 1990 r. W latach 1990-2020 flota samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce wzrosła pięciokrotnie (wykres 3) z 5,2 do 25,1 mln. W efekcie Polska znalazła się w czołówce krajów UE pod względem liczby samochodów na 1000 mieszkańców (Eurostat, 2022). Tylko w latach 1990-2015 liczba zrealizowanych przebiegów samochodów osobowych wzrosła ponad trzykrotnie (do 182 mld wozokilometrów) (Menes, 2018). Równolegle trwał proces osłabiania znaczenia kolei. Jeszcze w 1990 r. kolej obsłużyła 791 mln pasażerów, a do 2005 r. ta liczba zmalała do 258 mln. Proces zastępowania kolei transportem drogowym wpłynął na znaczące zwiększenie emisji CO₂ i potencjalne utrudnienie ograniczania emisji w przyszłości.

Wykres 2. Emisje w transporcie od 1990 r. wzrosły 3-krotnie

Zmiany emisji gazów cieplarnianych według sektorów w Polsce w latach 1990-2019 (w proc.)



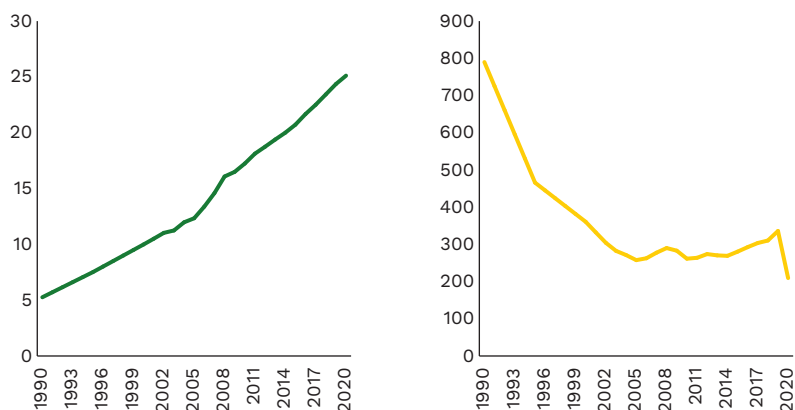
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych EEA.

Ograniczanie emisji w przyszłości będzie wymagać nie tylko przekształceń sektora energetycznego i inwestycji elektroenergetycznych, ale i zmiany postrzegania roli transportu zrównoważonego. Zrównoważony transport to idea efektywnej komunikacji, korzystnej ekonomicznie i minimalizującej szkodliwy wpływ pojazdów na środowisko. W Polsce większość przejazdów obejmuje krótkie dystanse. W 2015 r. 46 proc. przejazdów nie przekraczało 11 km. Alternatywą jest zatem wykorzystanie rowerów i promocja ruchu pieszego, a na dłuższych dystansach transport publiczny. Razem z elektryfikacją mobilności elementy te mogą pełnić istotną rolę w redukcji emisji CO₂. Nie bez

wpływu będą tu też efekty wprowadzanych polityk klimatycznych oraz sytuacja na rynku surowcowym i energetycznym.

Wykres 3. Samochody osobowe wypierają kolej

Liczba samochodów osobowych i pasażerów przewiezionych przez koleje (w mln)



Uwaga: wykres lewy – liczba samochodów osobowych (w mln), wykres prawy – liczba pasażerów przewiezionych przez koleje (w mln).

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych PZPM i UTK.

Projekty „Fit For 55” i „PEP2040”

Aby przyczynić się do realizacji ambicji klimatycznych zapisanych w pakiecie „Fit For 55”, sektory objęte wspólnym wysiłkiem redukcyjnym (*Effort Sharing Regulation*, ESR) powinny osiągnąć do 2030 r. redukcję swoich emisji o 40 proc. w porównaniu z 2005 r. Obecny projekt legislacji w zakresie transportu obejmuje cztery główne punkty:

1. Wprowadzenie systemu handlu uprawnieniami do emisji (*Emissions Trading System*, ETS) dla sektora,
2. Rozwój infrastruktury dla alternatywnych paliw,
3. Implementację limitów emisji CO₂ dla samochodów,
4. Wdrożenie zrównoważonych paliw dla samolotów (KE, 2022a).

Komisja proponuje stworzenie nowego, niezależnego systemu handlu uprawnieniami do emisji dla budynków i transportu drogowego (1), aby wesprzeć państwa członkowskie w realizacji krajowych celów wynikających z rozporządzenia w sprawie wspólnych starań o ograniczenie emisji w sposób efektywny kosztowo. Dzięki tej propozycji do 2030 r. w tych

sektorach powinno nastąpić ograniczenie emisji o 43 proc. w porównaniu z rokiem 2005.

Tabela 1. Sektory objęte ESR powinny zredukować emisje o 40 proc. w latach 2005-2030

Zestawienie propozycji legislacyjnych z „Fit For 55”

Nazwa działania	Rozwiązanie	Spodziewane efekty
ETS	System handlu uprawnieniami do emisji w transporcie drogowym.	-43 proc. emisji sektora w porównaniu do 2005 r.
Infrastruktura ładowania i tankowania	Legislacja na rzecz przyspieszenia infrastruktury dla paliw alternatywnych.	Zwiększenie dostępności i interoperacyjności infrastruktury ładowania dla każdego rodzaju transportu.
Limity emisyjne dla pojazdów	Zaostrzenie norm emisji dla pojazdów osobowych i lekkich użytkowych; od 2035 r. nie będzie już możliwe wprowadzanie do obrotu w UE samochodów osobowych i furgonetek z silnikiem spalinowym.	-55 proc. w 2030 r. oraz -100 proc. od 2035 r. dla samochodów osobowych; -50 proc. w 2030 r. oraz -100 proc. w 2035 r. dla lekkich pojazdów użytkowych.
Zrównoważone paliwa lotnicze	Zwiększenie wykorzystania biopaliw i elektropaliw powyżej obecnego poziomu 0,05 proc. całkowitego zużycia paliw.	Zmniejszenie wpływu sektora lotniczego na środowisko i umożliwienie mu przyczynienia się do osiągnięcia przez UE jej celów klimatycznych.

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Komisji Europejskiej.

Komisja przedstawiła wniosek dotyczący zmiany obowiązującego prawodawstwa w celu przyspieszenia wdrażania infrastruktury służącej do ładowania lub tankowania pojazdów paliwami alternatywnymi (2) oraz zapewnienia alternatywnych źródeł zasilania dla statków w portach i stacjonarnych statków powietrznych. Wniosek dotyczy wszystkich rodzajów transportu i zawiera cele w zakresie rozmieszczenia infrastruktury. Podjęto w nim również kwestię interoperacyjności i zwiększono przyjazność dla użytkownika. W czerwcu 2022 r. Rada Europejska uzgodniła wspólne stanowisko (podejście ogólne) w sprawie wniosku Komisji dotyczącego tego rozporządzenia i systemu handlu uprawnieniami do emisji. Następnym krokiem będą negocjacje z Parlamentem Europejskim – tzw. rozmowy trójstronne.

W ramach pakietu „Fit for 55” Komisja zaproponowała również zmianę przepisów dotyczących emisji CO₂ przez samochody osobowe i lekkie pojazdy użytkowe (3). We wniosku wprowadzono zwiększone ogólnounijne cele w zakresie redukcji emisji do 2030 r. i wyznaczono nowy cel na poziomie 100 proc.

do 2035 r. W praktyce oznacza to, że od 2035 r. nie będzie już możliwe wprowadzanie do obrotu w UE samochodów osobowych i furgonetek z silnikiem spalinowym. Proponowane zaostrzone normy emisji CO₂ dla samochodów osobowych i lekkich pojazdów dostawczych mają na celu wspieranie państw członkowskich w osiąganiu ich zwiększonych celów krajowych w ramach rozporządzenia w sprawie wspólnego wysiłku redukcyjnego, przy jednoczesnym stymulowaniu innowacji technologicznych w tym sektorze. Wniosek został omówiony przez Radę ds. Środowiska w dniu 17 marca 2022 r.

Zrównoważone paliwa lotnicze (zaawansowane biopaliwa i elektropaliwa) mogą w znacznym stopniu ograniczyć emisję zanieczyszczeń przez samoloty (4). Potencjał ten jest jednak w dużej mierze niewykorzystany, ponieważ te paliwa stanowią zaledwie 0,05 proc. całkowitego zużycia paliw w sektorze lotniczym. Wniosek ReFuelEU Aviation ma na celu zmniejszenie wpływu sektora lotniczego na środowisko i umożliwienie mu przyczynienia się do osiągnięcia przez UE jej celów klimatycznych. W czerwcu 2022 r. Rada uzgodniła ogólne podejście do obu wniosków. Negocjacje z Parlamentem Europejskim, prowadzone w ramach posiedzeń trójstronnych, powinny doprowadzić do ostatecznego przyjęcia nowych przepisów UE.

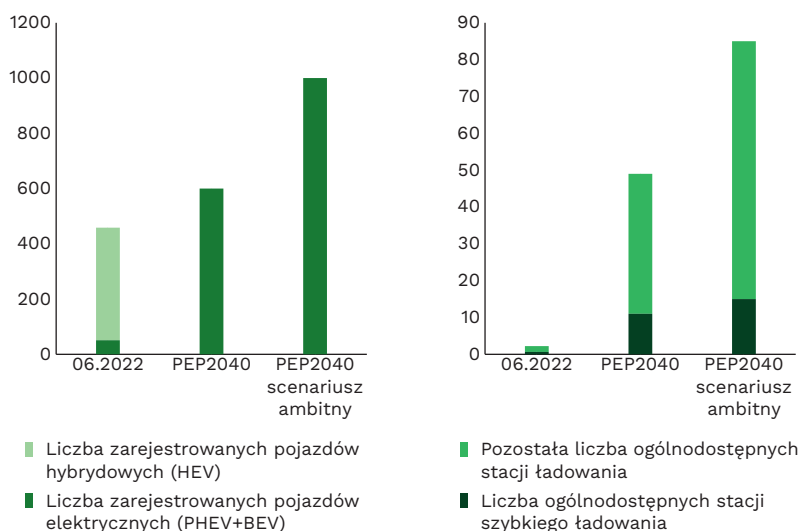
Dodatkowo Komisja Europejska zaproponowała również rozwiązania innowacyjne, w tym Inteligentne Systemy Transportowe (Intelligent Transport Systems, ITS) i Transeuropejskiej Sieci Transportowej (Trans-European Transport Network, TEN-T). ITS obejmuje połączoną i zautomatyzowaną mobilność, aplikacje z mobilnością na żądanie oraz transport multimodalny. Ma to na celu zwiększenie dostępności i interoperacyjności danych cyfrowych, które zasilają te usługi. Przyczynia się dodatkowo do stworzenia wspólnej europejskiej przestrzeni danych w zakresie mobilności. TEN-T wspiera natomiast zrównoważony i bardziej wydajny transport osób i towarów, a także wzmacnia spójność gospodarczą, społeczną i terytorialną UE przez tworzenie niezawodnego systemu transportowego wysokiej jakości, wolnego od zakłóceń fizycznych, brakujących ogniw i wąskich gardeł (KE, 2022b).

Według zaktualizowanego projektu „PEP2040” „na zmniejszenie emisji komunikacyjnej oddziaływać będzie rozwój elektromobilności i wodoromobilności oraz szeregu działań zaplanowanych dla rozwoju rynku paliw alternatywnych. W obszarze transportu publicznego przewiduje się dążenie do głębokiej redukcji emisji GHG, a w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców – osiągnięcie zeroemisyjności komunikacji miejskiej od 2030 r.”. Decydenci twierdzą dodatkowo, że „w transporcie konieczne jest zwiększenie wykorzystania biopaliw zaawansowanych i energii elektrycznej”. Udział OZE w sektorze ma wzrosnąć do 14 proc. w 2030 r. W obszarze elektromobilności jako cel wskazano „aby w 2030 r. zarejestrowanych było 600 tys. pojazdów elektrycznych i hybrydowych, a w wariantcie bardzo ambitnym, dającym impuls rozwojowy tej branży – aż 1 mln pojazdów elektrycznych już 2025 r.; dla zapewnienia

możliwości ładowania w ogólnodostępnych stacjach ładowania do 2030 r. powinno znaleźć się 49 tys. punktów o normalnej mocy oraz 11 tys. punktów o dużej mocy ładowania, w wariancie bardzo ambitnym odpowiednio 85 tys. i 15 tys. punktów” (PEP, 2022). Pod koniec czerwca 2022 r. po polskich drogach jeździło łącznie prawie 51 tys. osobowych i użytkowych samochodów z napędem elektrycznym, czyli o 45 proc. więcej w porównaniu z ubiegłym rokiem. Wśród zarejestrowanych pojazdów prawie 49 tys. stanowiły samochody osobowe, z czego 48 proc. było w pełni elektrycznych (*Battery Electric Vehicles*, BEV). Równoległe do floty pojazdów z napędem elektrycznym rozwija się również infrastruktura ładowania. Pod koniec czerwca 2022 r. w Polsce funkcjonowały 2232 ogólnodostępne stacje ładowania pojazdów elektrycznych, 29 proc. z nich stanowiły stacje szybkiego ładowania.

Wykres 4. Liczba aut elektrycznych w Polsce w połowie 2022 r. przekroczyła 50 tys.

Liczba aut elektrycznych i punktów ładowania w Polsce w czerwcu 2022 r. względem założeń projektu „PEP2040” na lata 2025-2030 (w tys.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie „PEP2040” oraz danych PZPM i PSPA.

W niniejszym opracowaniu wykorzystaliśmy informacje dotyczące wprowadzenia ETS w transporcie, limitów emisyjnych, zakazu rejestracji pojazdów spalinyowych od 2035 r. Celem opracowania jest prezentacja scenariuszy redukcji emisji w transporcie, dzięki wprowadzanym politykom. Realizację działań klimatycznych i elektryfikację transportu może jednak opóźnić wojna w Ukrainie i priorytetyzacja bezpieczeństwa energetycznego względem

rozwoju elektromobilności i zwiększenia nakładów na zielone inwestycje. Mimo początkowego sprzeciwu niektórych państw w czerwcu 2022 r., kraje członkowskie i Parlament Europejski doszły do porozumienia w sprawie pakietu klimatycznego, zgadzając się na zakaz produkcji aut spalinowych od 2035 r. (Politico, 2022; Reuters, 2022). Jednocześnie umożliwiono czasowe zachowanie węgla jako źródła energii w miksie energetycznym, co zwiększa intensywność emisji aut elektrycznych.

Model, jego struktura, dane i metodyka

W niniejszym opracowaniu zastosowaliśmy model TRANSPASSPOL dotyczący sektora transportu osobowego w Polsce, który powstał w Polskim Instytucie Ekonomicznym w latach 2021–2022. Model posłużył do opracowania wyników scenariuszy implementacji polityk sektorowych przyjętych na podstawie postulatów zawartych w projekcie „Fit For 55”.

Logika modelu sektora transportu pasażerskiego TRANSPASSPOL opiera się na koncepcji modeli równowagi cząstkowej, w których stan równowagi ekonomicznej obejmuje wybraną część rynku, w tym przypadku sektor transportowy. Konsumenci, czyli gospodarstwa domowe i firmy, dokonują optymalnego wyboru środka transportu na podstawie uśrednionego kosztu przejazdu. Ceny dóbr substytucyjnych i poziom dochodu konsumentów są dane i zależne od scenariuszy. W wybranym podejściu wyklucza się czynniki behawioralne.

Równowaga cząstkowa to równowaga między podażą a popytem (aktywnością). W modelu TRANSPASSPOL jest osiągana przy zadanych poziomach cen paliw i kosztach środków transportu. Ceny dóbr substytucyjnych i poziomy dochodów konsumentów są traktowane jako dane i zależą od rozważanych scenariuszy analitycznych. Interpretacja zachowań symulowanych w modelu równowagi cząstkowej jest prostsza i bardziej intuicyjna niż w modelu równowagi ogólnej, który obejmuje całą gospodarkę. Wartością dodaną takiego podejścia jest możliwość zastosowania wielu rozszerzeń modelu. Umożliwia to szczegółowe modelowanie floty pojazdów czy sposobu ich wykorzystania. Model TRANSPASSPOL oparty jest na podejściu oddolnym, a więc stanowi fragmentaryczny obraz reprezentatywnego agenta modelowego.

Celem modelu TRANSPASSPOL jest symulowanie zachowań konsumentów dotyczących wyboru środka transportu. Decyzje zależą od szoków zewnętrznych, w tym zmian polityk klimatycznych wpływających na strukturę podaży i ograniczenia intensywności emisji pojazdów, które z kolei wpływają na zmiany opłacalności środków transportu. Wybór zostaje dokonany między transportem indywidualnym (tzn. samochód osobowy, motocykl) a publicznym (tzn. autobus, pociąg, samolot). W przypadku transportu indywidualnego konsumenci decydują o zakupie nowego samochodu, gdy zachodzi taka potrzeba. Wybór zależy od kosztów utrzymania i eksploatacji.

Tabela 2. Dane wejściowe do modelu można pozyskać z ogólnodostępnych źródeł

Opis zmiennych i źródło danych wykorzystanych w modelu TRANSPASSPOL

Lp.	Nazwa zmiennej	Źródło
1	Aktywność (pasażerokilometr, pkm)	IDEES
2	Aktywność (pojazdokilometr, vkm)	IDEES
3	Podział aktywności (pkm) na miejską i pozamiejską	PRIMES-TREMOVE
4	Zmiana aktywności według technologii	JRC Potencia
5	Liczba pojazdów według wieku	IDEES
6	Obciążenie (liczba osób w pojeździe)	IDEES
7	Średni przebieg	IDEES
8	Stopa złomowania	IDEES
9	Koszty zakupu pojazdów	<i>EU Reference Scenario 2020 techn. Assump.</i>
10	Zmiana cen zakupu nowych technologii	PRIMES w <i>EU Reference Scenario 2020</i>
11	Koszt paliwa (energii) na 1 km	PRIMES w <i>EU Reference Scenario 2020</i>
12	Koszty utrzymania	TRACCS
13	Ceny energii elektrycznej	WEO
14	Ceny paliw ropopochodnych	WEO
15	Ceny wodoru	WEO
16	Sprzedaż nowych samochodów	PSPA, EAFO
17	Pierwsza rejestracja w kraju	BDL
18	Cena emisji CO ₂	Projekcje CE
19	Wskaźniki intensywności emisji	IDEES, Fit for 55
20	Wskaźniki zużycia energii/paliw	IDEES
21	Całkowity koszt przejazdu dla środków transportu bez modelowanej floty	TRACCS

Źródło: opracowanie własne PIE.

W modelu uwzględniliśmy szoki zewnętrzne w postaci zmian cen samochodów osobowych, które wynikają z rozwoju technologicznego (w tym przypadku zakłada się spadek cen pojazdów elektrycznych i zasilanych wodorem); ścieżek cen energii elektrycznej i wodoru, jako paliwa zasilającego pojazdy osobowe. Kolejnym elementem modelu są propozycje legislacji, które mogą

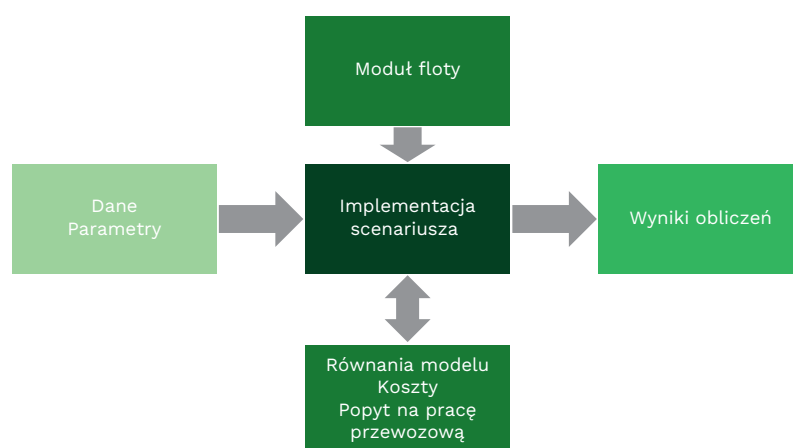
zmienić koszty utrzymania samochodów przez wprowadzenie opłat za posiadanie samochodu emisyjnego (*Internal Combustion Engine*, ICE). W przypadku drogowego transportu zbiorowego (mikrobusy, autobusy, autokary) flota zmienia się w zależności od decyzji konsumentów, czyli popytu na dany rodzaj środka transportu. Czynnikiem, który wpływa na decyzje konsumentów jest uśredniona cena przejazdu. W analizowanych scenariuszach zakłada się wzrost aktywności transportowej wynikający ze wzrostu gospodarczego. Pod wpływem rosnących kosztów przejazdów popyt na usługi transportowe może jednak zmaleć w stosunku do założonej ścieżki.

Dane wejściowe pobraliśmy z ogólnodostępnych źródeł. W tabeli 2 przedstawiamy zestawienie zmiennych i źródła ich pozyskania. W tym celu skorzystaliśmy z opracowań Komisji Europejskiej i instytucji międzynarodowych: IDEES, WEO, wyników modelu PRIMES.

Na schemacie 1 przedstawiamy przepływ danych w modelu. Do modelu wprowadzane są dane wejściowe, w tym parametry technologiczne, ceny pojazdów i paliw. Implementacja scenariusza bazowego i scenariuszy analitycznych wywołuje rozwiązanie modelu, przepływ informacji między liczbą i strukturą pojazdów oraz zadanego popytu na pracę przewoźową. Po rozwiązaniu modelu wyniki są raportowane w postaci danych tabelarycznych i wykresów. Rezultaty dla scenariusza bazowego i zadanych scenariuszy analitycznych przedstawiliśmy w niniejszym opracowaniu.

Schemat 1. Model umożliwia oszacowanie emisji, aktywności i struktury transportu do 2050 r.

Przepływ danych w modelu TRANSPASSPOL

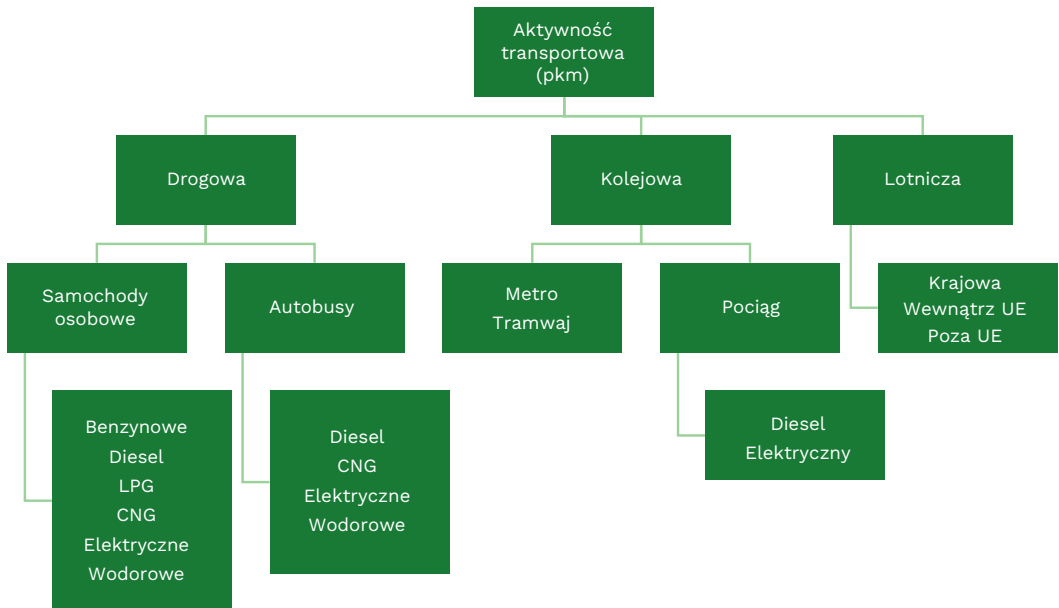


Źródło: opracowanie własne PIE.

Schemat 2 ilustruje typy aktywności pasażerskiej, które zaimplementowaliśmy w modelu. W reakcji na zmianę uśrednionego kosztu przejazdu konsumenci dokonują wyboru między wskazanymi środkami przejazdu. W modelu uwzględniliśmy dodatkowo wzrost aktywności założony w scenariuszu bazowym.

Schemat 2. W modelu rozpatrzono transport pasażerski

Struktura aktywności i pracy przewozowej (pkm)



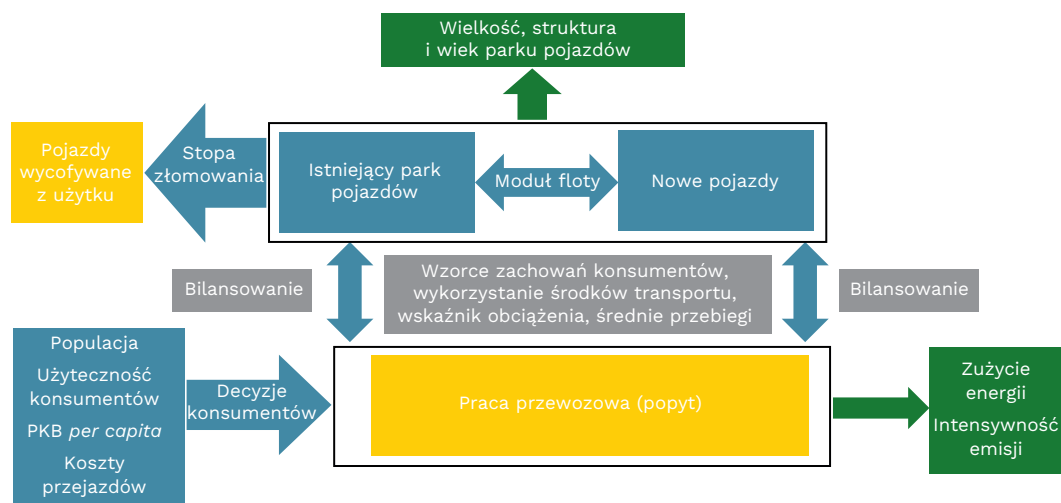
Źródło: opracowanie własne PIE.

W modelu generowane są aktywności przewozów pasażerskich w Polsce zgodnie z założoną ścieżką całkowitej pracy przewozowej do 2050 r. Ze względu na czynniki zewnętrzne, w tym zmianę kosztów transportu spowodowanych opłatami środowiskowymi, wysokie ceny paliw i ulgi w przejazdach zbiorowych, całkowita aktywność może ulec odchyleniu w scenariuszu analitycznym w stosunku do ścieżki w scenariuszu bazowym. Gospodarstwa domowe i firmy dokonują wyboru środka transportu w zależności od zmian kosztów. Rośnie zapotrzebowanie na usługi transportowe. Nowe pojazdy, wchodzące w skład floty, zastępują samochody, które zezłomowano w poprzednim roku i zaspokajają zwiększoną aktywność. W modelu analizowaliśmy jednoślady, pojazdy osobowe, autobusy, pociągi i samoloty. W scenariuszach zaimplementowaliśmy propozycje legislacyjne dla transportu drogowego. Z tego względu we wnioskach nie uwzględniliśmy sektora lotniczego

i kolejowego. Brak szerszej analizy intensywności emisji pojazdów jednośladowych wynika z ich pomijalnego udziału w emisjach całego sektora.

Schemat 3. Model wykorzystuje wzorce zachowań konsumentów

Logika modelu TRANSPASSPOL



Uwaga: kolor niebieski – dane wejściowe, kolor żółty – obliczenia modelu, kolor zielony – wyniki modelowania.

Źródło: opracowanie własne PIE.

Celem wykorzystania modelu jest wyznaczenie zużycia paliw ropopochodnych i poziomów emisji, tak aby ocenić skuteczność polityk klimatycznych w obliczu innych czynników zewnętrznych. Nie rozróżnialiśmy pojazdów ze

względu na wielkość silnika, a tym samym na zużycie paliwa. Zmiana poziomu przeciętnego zużycia paliwa i poziomu emisji zależy od stopnia, w jakim istniejący park pojazdów zostanie zastąpiony nowym o niższej intensywności emisji. Przeciętne zużycie paliw ropopochodnych zależy od wielkości i sprawności silnika oraz od przebiegów pojazdów z daną sprawnością (udziału w pracy przewozowej). W modelu średnie zużycie policzyliśmy na podstawie średniej ważonej, w której wagami są udziały danej technologii w ogólnej liczbie pojazdów. Wagi te oparte są na liczbie pojazdów, a nie zaregutowanych przebiegach.

Wskaźniki intensywności emisji wyznaczaliśmy endogenicznie w modelu dla ogólnej kategorii paliwowej, dla danego typu pojazdu i dla nowych samochodów osobowych wchodzących do użytkowania. Obliczenia te odbywają się rekurencyjnie. Dodatkowo w modelu uwzględniliśmy możliwość zmieniania standardu spalania. Schemat obliczeń przedstawiamy w równaniu 1.

Równanie 1. Schemat obliczeń wskaźnika intensywności emisji

$$\text{Wskaźnik intensywności emisji} = \frac{\left(\begin{matrix} \text{samochody} \\ \text{w} \\ \text{użyciu} \end{matrix} \right) \cdot \left[\begin{matrix} \text{średnia} \\ \text{emisja} \\ \text{rok} - 1 \end{matrix} \right] + \left(\begin{matrix} \text{samochody} \\ \text{nowe} \end{matrix} \right) \cdot \left[\begin{matrix} \text{standardy} \\ \text{emisji} \end{matrix} \right] \cdot \{\text{progress}\}}{\left(\begin{matrix} \text{całkowita} \\ \text{liczba} \\ \text{samochodów} \end{matrix} \right)}$$

Źródło: opracowanie własne PIE.

W wyniku przeprowadzanych symulacji w modelu TRANSPASSPOL uzyskaliśmy następujące informacje:

- ▶ aktywność transportowa według rodzajów środków przejazdu,
- ▶ struktura floty samochodów osobowych,
- ▶ struktura floty mikrobusów, autobusów i autokarów,
- ▶ koszty jednostkowe podróży,
- ▶ koszty zagregowane podróży,
- ▶ zużycie paliw ropy pochodnych,
- ▶ zużycie energii elektrycznej,
- ▶ zużycie wodoru,
- ▶ emisje według aktywności,
- ▶ średnie roczne przebiegi,
- ▶ obciążenie pojazdów.

Modelowanie i wyniki

Scenariusze dekarbonizacyjne stworzone dla drogowego transportu pasażerskiego w Polsce z uwzględnieniem przyjmowanej legislacji na szczeblu europejskim i krajowym zaimplementowaliśmy w modelu TRANSPASSPOL.

Na podstawie uzyskanych wyników określiliśmy tempo rozwoju elektryfikacji parku samochodów osobowych i taboru drogowych pojazdów komunikacji publicznej. Rozwój elektromobilności z jednej strony będzie zwiększał zapotrzebowanie na energię elektryczną, a z drugiej ograniczy wykorzystanie paliw ropopochodnych. **Scenariusze obrazują przewidywany poziom redukcji emisji CO₂ do 2050 r.**

Implementacja propozycji legislacji pakietu „Fit for 55” przebiega dwutorowo:

- ▶ w **Scenariuszu I** – przez ograniczenie emisji drogowej dla nowych samochodów osobowych w 2030 r. w stosunku do 2021; w modelu wylicza się średnią intensywność emisji w kolejnych latach i redukcję w latach 2021-2030; poziom redukcji zależy od konkurencyjności cenowej samochodów zeroemisyjnych i zmiany kosztów użytkowania pojazdów (*Total Cost of Ownership*, TCO);
- ▶ w **Scenariuszu II** – przez dodatkowe wprowadzenie zakazu rejestracji samochodów z silnikami spalinowymi od 2035 r.; w modelu wprowadziliśmy zerowy udział ICE we flocie nowych aut i określiliśmy wielkość parku pojazdów spalinowych, które zostały wyprodukowane przed 2035 r. i zostaną sprzedane po wprowadzeniu zakazu produkcji.

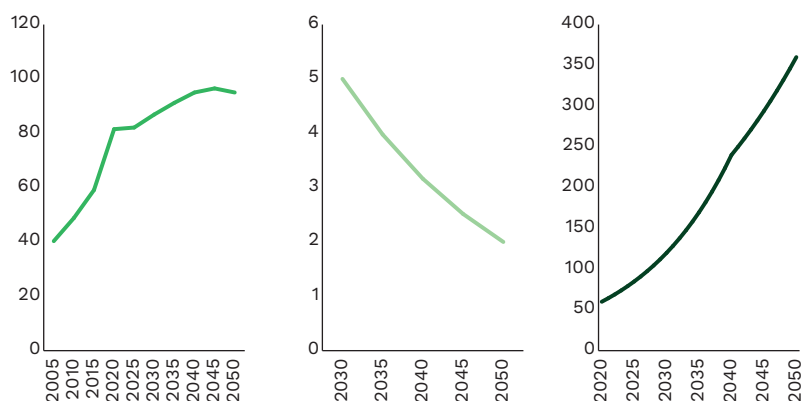
W odniesieniu do krajowej legislacji „**PEP2040**” w modelu ustaliliśmy rok zrównania się całkowitych kosztów posiadania osobowych pojazdów elektrycznych i spalinowych. W obszarze **elektromobilności** jako cel wskazujemy: co najmniej 600 tys. samochodów elektrycznych i hybrydowych zarejestrowanych w 2030 r. Wydatki jednostek sektora instytucji rządowych i samorządowych w ramach Funduszu Transportu Niskoemisyjnego (od października 2020 r. środki w ramach NFOŚiGW) zaimplementowaliśmy w modelu jako dofinansowanie do zakupu pojazdów zeroemisyjnych.

W scenariuszach przyjęliśmy (za WEO) zmiany cen energii elektrycznej, wodoru i uprawnień do emisji CO₂. Przedstawiamy je na wykresie 5. Ceny energii elektrycznej rosną w tempie wzrostu – *Average Price of Electricity in Final demand sectors* ze scenariusza *EU Reference Scenario 2020*. Ścieżki

zapotrzebowania na energię elektryczną i wodór wyznaczane są w modelu z rocznym krokiem w latach 2015–2050. Rozwój technologii oszacowaliśmy na podstawie modelu Potencia JRC.

Wykres 5. Cena wodoru spadnie z 5 do 2 EUR/kg w 2050 r.

Ścieżki zmian cen produkcji energii elektrycznej (w EUR'15/MWh), wodoru (w EUR/kg) i uprawnień do emisji CO₂ (w EUR/kg)



Uwaga: wykres lewy – ścieżki zmian cen produkcji energii elektrycznej (w EUR'15/MWh), wykres środkowy – ścieżki zmian cen wodoru (w EUR/kg), wykres prawy – ścieżki zmian cen uprawnień do emisji CO₂ (w EUR/kg).

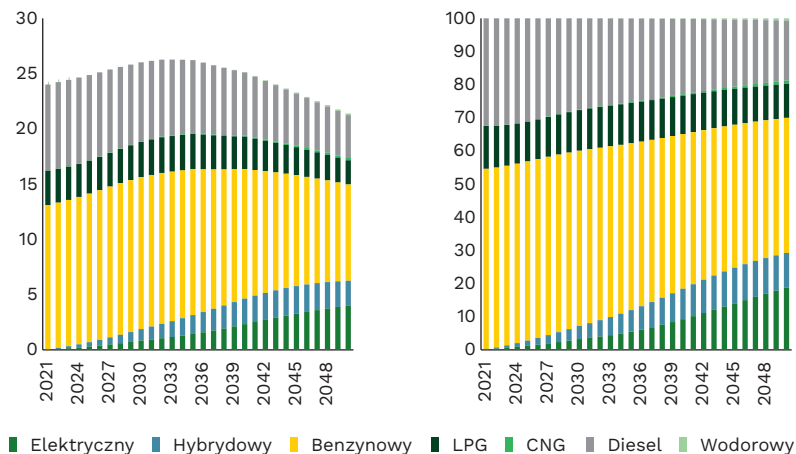
Źródło: opracowanie własne PIE.

Scenariusz bazowy

W Scenariuszu bazowym, który przedstawia utrzymanie *status quo*, założyliśmy całkowity wzrost aktywności pasażerskiej na podstawie wyników modelu PRIMES dla *EU Reference Scenario 2020*. Liczba samochodów elektrycznych zwiększa się do 4 mln w kolejnych 3 dekadach, a pojazdów wodorowych – do 146 tys. w porównaniu z 49 tys. elektrycznych samochodów osobowych w czerwcu 2022 r., w tym prawie 24 tys. aut typu BEV. Proces wzrostu udziału aut nieemisyjnych w całej flocie postępuje ze względu na ich obniżający się koszt eksploatacji. Koszty utrzymania są wyraźnym czynnikiem konkurencyjnym. Jednocześnie brak implementacji rozwiązań z „Fit For 55” ogranicza proces elektryfikacji transportu. Według modelu TRANSPASSPOL do 2050 r. nadal dominują auta benzynowe, których liczba sięga ponad 8,7 mln, co stanowi ok. 40 proc. parku samochodów osobowych. Dodatkowo we flocie jest blisko 3,9 mln samochodów z napędem wysokoprężnym, czyli niecałe proc. parku samochodów i 2,2 mln aut na gaz, stanowiących kolejne 10 proc.

Wykres 6. Liczba samochodów spalinowych w latach 2021-2050 spadnie o ponad 30 proc.

Flota samochodów osobowych w Polsce w podziale na rodzaj paliwa w scenariuszu utrzymania *status quo* (w mln i proc.)



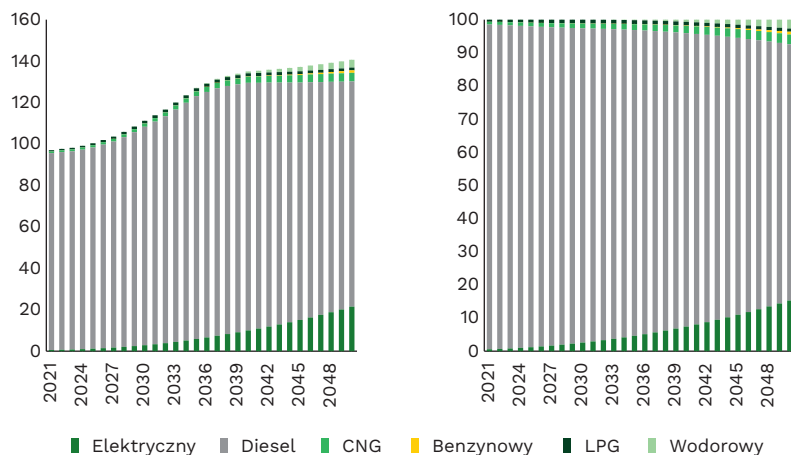
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Zmianie ulega również struktura floty pojazdów komunikacji miejskiej, w tym autobusów. W scenariuszu *status quo* ich liczba wyraźnie rośnie. Największą dynamikę obserwujemy do połowy lat 30. XXI w. Jest to efekt odpowiedzi na rosnący popyt na przejazdy autobusowe. Rosnące koszty eksploatacji spalinowych samochodów osobowych przekonują konsumentów do zmiany środka transportu na komunikację publiczną. Jednocześnie rośnie ogólna aktywność transportowa. Przewidujemy, że w latach 2020-2050 liczba autobusów wzrośnie o 45 proc. (do 140 tys.), jednak prawie 80 proc. z nich będzie dalej napędzanych silnikami spalinowymi.

Substytucja samochodów osobowych transportem publicznym wpływa na redukcję emisji CO₂ sektora. W scenariuszu *status quo* emisje spadają z 37 Mt w 2021 r. do 29 Mt w 2050 r., w tym samochody osobowe emitują o 13 Mt mniej CO₂ (spadek z 31 Mt do 18 Mt w latach 2021-2050). Mimo tego założenia klimatycznych polityk unijnych pozostają niespełnione – do realizacji celów Porozumienia Paryskiego efekty rynkowe bez dodatkowych działań instytucjonalnych są niewystarczające. Jednym z powodów jest powolna elektryfikacja transportu. Warto zauważyć, że skuteczność redukcji emisji polegająca na zamianie silników spalinowych na elektryczne jest ograniczona przy utrzymaniu wysokiego udziału węgla i innych paliw kopalnych w miksie energetycznym. W scenariuszu *status quo* cele klimatyczne nie są osiągnięte również przez wzrost aktywności transportowej. W modelu nie zaimplementowano dodatkowych

szoków dla sektora lotniczego – na wzrost emisji z lotnictwa wpływa rosnąca mobilność i ścieżki cen paliw. W niniejszym opracowaniu sektor zostaje natomiast uwzględniony w ostatecznej dekompozycji zmian emisji.

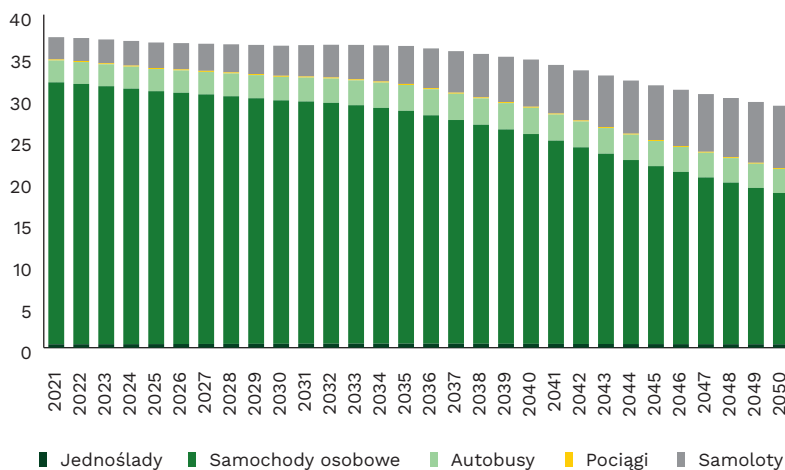
Wykres 7. Liczba autobusów w latach 2021-2050 wzrośnie blisko o połowę
Flota autobusów, mikrobusek i autokarów w Polsce w podziale na rodzaj paliwa w scenariuszu utrzymania *status quo* (w tys. i proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Wykres 8. Emisje samochodów osobowych w scenariuszu *status quo* do 2050 r. spadną o 13 Mt

Emisje CO₂ sektora transportowego w Polsce w latach 2021-2050 w scenariuszu utrzymania *status quo* (w Mt)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Scenariusz analityczny I

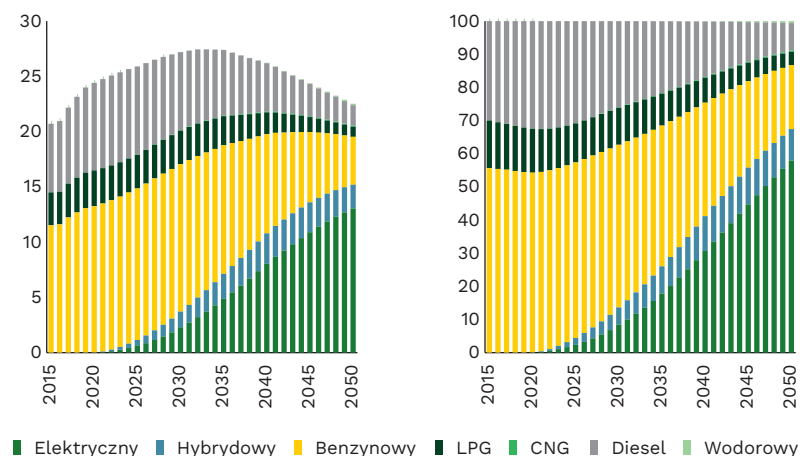
Scenariusz analityczny I powstał na podstawie scenariusza bazowego i uzupełniającego szeregu szoków. Wśród nich zaimplementowaliśmy:

- ▶ spadek cen pojazdów elektrycznych i wodorowych, w tym samochodów osobowych i autobusów,
- ▶ opłaty za emisje CO₂ dodane do uśrednionych kosztów przejazdów zgodnie z intensywnością emisji pojazdów,
- ▶ minimalne średnie dopłaty do zakupu osobowych samochodów zeroemisyjnych rzędu 1000 EUR.

Wolumen aut elektrycznych we flocie w 2035 r. wynosi w Polsce 18 proc., a do 2050 r. wzrasta do 58 proc. Samochody hybrydowe w 2050 r. stanowią dodatkowo 10 proc. floty pojazdów osobowych. Według modelu TRANSPASSPOL koszty zakupu aut wodorowych są zbyt wysokie, żeby zachęcić konsumentów do zakupu. Założona ścieżka spadku cen pojazdów niskoemisyjnych, dopłaty i uwzględnienie opłat za emisje dla aut spalinowych ma wysoki wpływ na zmianę struktury floty pojazdów osobowych w Polsce. Liczba samochodów elektrycznych w 2050 r. jest o 9 mln wyższa, a ich udział o prawie 40 pkt. proc. większy niż w scenariuszu *status quo*.

Wykres 9. Udział samochodów elektrycznych w 2050 r. wyniesie blisko 60 proc.

Flota samochodów osobowych w Polsce w podziale na rodzaj paliw w Scenariuszu I (w mln i proc.)



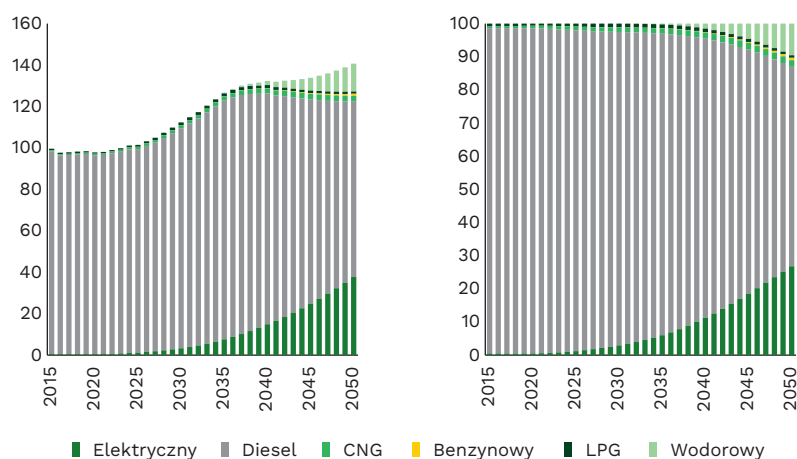
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Zainteresowanie korzystaniem z usług komunikacji publicznej gwałtownie rośnie w latach 30. XXI w. – podobnie jak w scenariuszu *status quo*. W latach 2035-2040 nastąpi spowolnienie wzrostu, a w kolejnych latach do floty 125 tys. pojazdów autobusowych będą dochodzić głównie pojazdy wodorowe. Brak dodatkowych zachęt dla samorządów wpłynie na to, że mimo rosnącej popularności elektryfikacji transportu w 2050 r. blisko 65 proc. autobusów nadal będzie napędzanych paliwami kopalnymi, z czego aż 60 proc. całego parku to pojazdy z silnikiem Diesla. Jednocześnie obserwujemy duży potencjał w zastosowaniu napędu wodorowego w transporcie zbiorowym. W 2050 r. nawet 3,8 tys. autobusów na polskich drogach jest wodorowych (3 proc.). Pokazuje to wyraźną różnicę względem sektora samochodów osobowych, gdzie pojazdy wodorowe stanowią niewielki odsetek floty (1 proc.).

Wykres 10. Liczba autobusów elektrycznych w 2050 r. będzie

o 75 proc. wyższa niż w scenariuszu utrzymania *status quo*

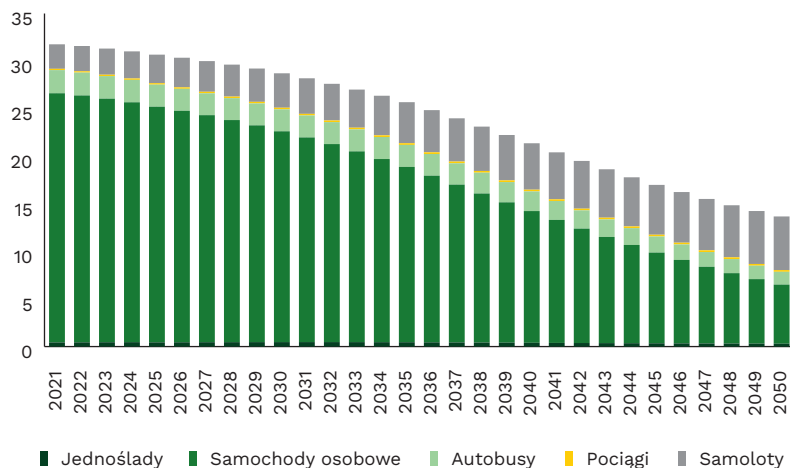
Flota autobusów, mikrobusek i autokarów w Polsce w podziale na rodzaj paliwa w Scenariuszu I (w tys. i proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

W Scenariuszu I do 2050 r. intensywność emisji zmniejsza się do ok. 13,7 Mt, czyli o 57 proc. względem 2020 r. Wprowadzone polityki klimatyczne szczególnie wpływają na sektor samochodów osobowych – ich emisje maleją o 76 proc. w latach 2015-2050 z 24,5 Mt do niecałych 6,2 Mt. Tym samym jest to ważny krok do spełnienia celów „Fit For 55” i zmniejszenia intensywności emisji całej gospodarki.

Wykres 11. Emisje CO₂ w transporcie mogą spaść nawet 3-krotnie, dzięki ETS i malejącym cenom samochodów elektrycznych
Emisje CO₂ sektora transportowego w Polsce w latach 2021-2050 w Scenariuszu I



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

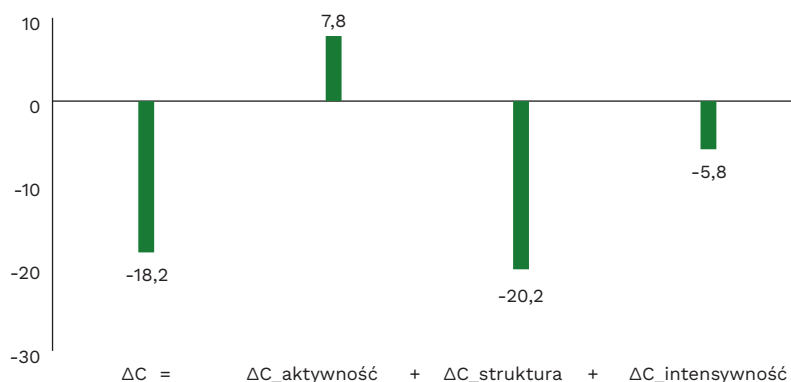
Wyniki scenariuszy zaprezentowaliśmy w postaci całościowego wpływu zmian aktywności, struktury floty i poprawy intensywności emisji pojazdów. W tym celu została wykorzystaliśmy metodę LMDI (*Logarithmic Mean Divisia Index*), która umożliwia przedstawienie dekompozycji zmian emisji w scenariuszu analitycznym w latach 2020-2050. Na poniższym wykresie przedstawiamy wpływ następujących czynników na zmianę emisji CO₂:

- ▶ $\Delta C_{\text{aktywność}}$ – wpływ wzrostu aktywności transportowej na zmianę poziomów emisji CO₂;
- ▶ $\Delta C_{\text{struktura}}$ – redukcja emisji CO₂ spowodowana zmianą floty w kierunku technologii niskoemisyjnych;
- ▶ $\Delta C_{\text{intensywność}}$ – ograniczenie emisji CO₂ w wyniku poprawy średniej intensywności emisji pojazdów.

Ograniczanie intensywności emisji floty pojazdów oraz jej struktury wpływa na redukcję zanieczyszczeń. Wzrost aktywności transportowej wpływa na zwiększenie liczby podróży, co przekłada się na dodatkowe 7 Mt CO₂. Mimo tego w latach 2020-2050 wielkość emisji spadnie o ponad 18 Mt. Tak silny efekt redukcji emisji w Scenariuszu I jest wynikiem przyjętych założeń. Ścieżki cen energii elektrycznej i paliw zastosowane w modelu zaczerpnięto z prognoz WEO i modelu PRIMES w *EU Reference Scenario 2020*. Ich wartości szacowane były przed kryzysem energetycznym i rosyjską inwazją na Ukrainę, których efekty obserwujemy obecnie w postaci wysokich cen węgla, ropy

i gazu, ale również energii elektrycznej w ogóle. Przekłada się to również na ograniczenia w aktywności transportowej. Zmiany te nie zostały uwzględnione w modelu.

Wykres 12. Emisje w latach 2020–2050 zostaną zredukowane o prawie 20 Mt
Dekompozycja emisji CO₂ w Polsce w latach 2020–2050
w Scenariuszu I (w Mt)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Scenariusz analityczny II

W drugim scenariuszu analitycznym zaadaptowaliśmy za Scenariuszem I:

- ▶ spadek cen pojazdów elektrycznych i wodorowych, w tym samochodów osobowych i autobusów,
- ▶ opłaty za emisje CO₂ dodane do uśrednionych kosztów przejazdów zgodnie z intensywnością emisji pojazdów,
- ▶ minimalne średnie dopłaty do zakupu osobowych samochodów zeroemisyjnych rzędu 1000 EUR

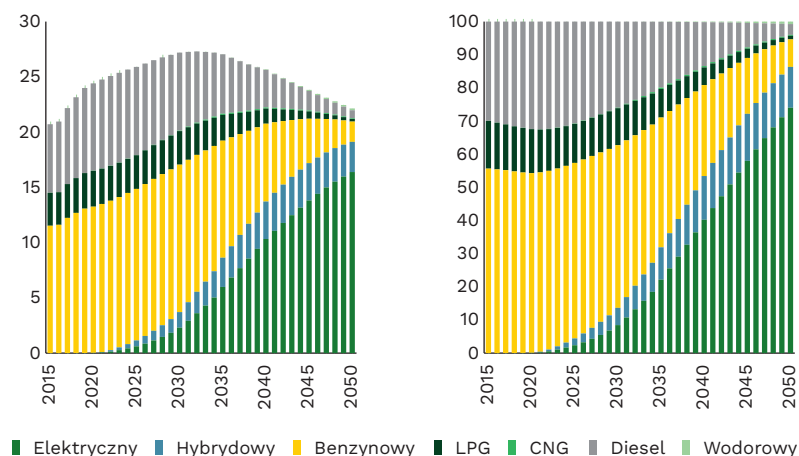
i dodatkowo:

- ▶ implementację norm emisji dla nowych samochodów osobowych wynikających z propozycji legislacji zawartej w pakiecie „Fit for 55”, w tym zakaz sprzedaży aut spalinowych od 2035 r.,
- ▶ postęp technologiczny w postaci poprawy intensywności emisji nowych pojazdów (dodatkowo poza założeniami modelu PRIMES dla *EU Reference Scenario 2020*) bez zmiany uśrednionych kosztów przejazdów komunikacją zbiorową.

Wolumen aut elektrycznych we flocie w 2035 r. oscyluje wokół 22 proc. Do 2050 r. ich udział wzrasta do 74 proc. Liczba samochodów elektrycznych w nabytej flocie w 2050 r. będzie o ponad 12 mln wyższa, a ich udział o 55 pkt. proc. większy niż w scenariuszu *status quo*. Względem scenariusza bez zakazu sprzedaży aut spalinowych będzie to wzrost o 3 mln aut elektrycznych, co daje dodatkowe 16 pkt. proc. do udziału we flocie.

**Wykres 13. Liczba samochodów elektrycznych w latach 2021-2050
wzrostie blisko 400-krotnie**

Flota samochodów osobowych w Polsce w podziale na rodzaj paliwa w Scenariuszu II (w mln i proc.)

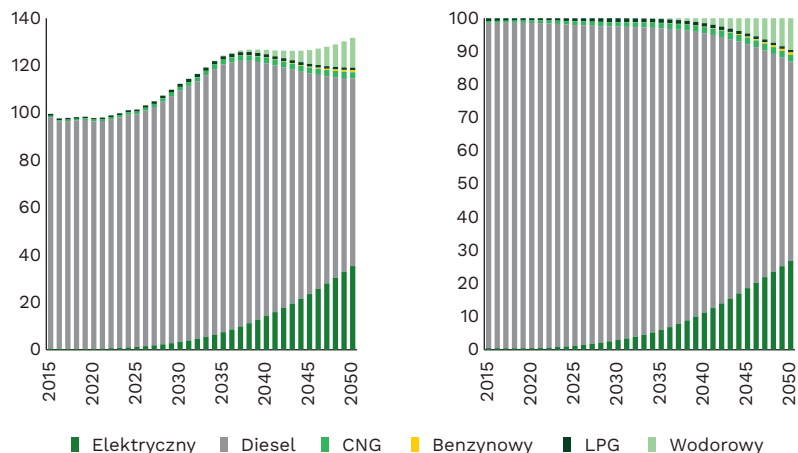


Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Liczba elektrycznych autobusów, mikrobusów i autokarów w Scenariuszu II sięga ponad 35 tys., co stanowi prawie 30 proc. całej floty. Autobusy hybrydowe są popularne – park pojazdów w 2050 r. składa się z nich w 10 proc. (ok. 12,6 tys.). Popyt na komunikację publiczną w Scenariuszu II jest jednak mniejszy niż w poprzednich, co wynika z niższej aktywności transportowej. Flota autobusów w 2050 r. jest o ok. 10 tys. mniejsza niż w pozostałych scenariuszach. Konieczność zakupu auta elektrycznego zamiast spalinowego może ograniczać liczbę podróży. Transport autobusowy dotyczy jednak częściej krótszych dystansów, zatem przejazdy autami elektrycznymi mogą być wtedy konkurencyjne kosztowo nawet względem podróży autobusem.

Wykres 14. Blisko 30 proc. autobusów w 2050 r. może mieć napęd elektryczny – przy ograniczonym wzroście popularności komunikacji publicznej

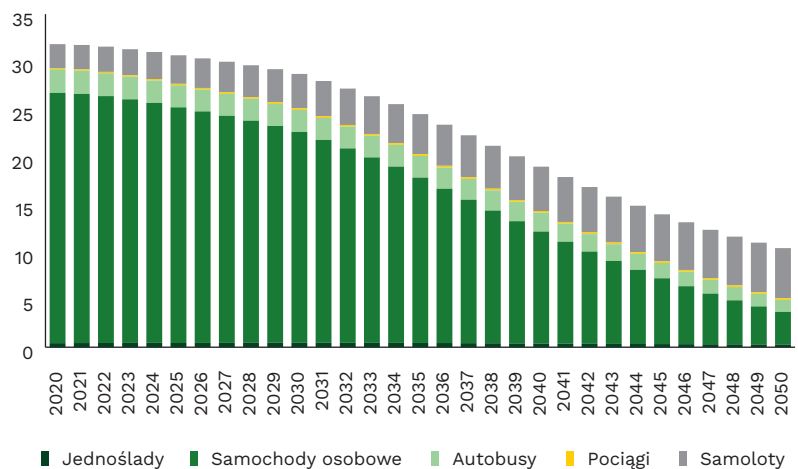
Flota autobusów, mikrobusów i autokarów w Polsce w podziale na rodzaj paliwa w Scenariuszu II (w tys. i proc.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Wykres 15. Emisje samochodów osobowych w latach 2020-2050 mogą zmniejszyć się prawie o 90 proc.

Emisje CO₂ sektora transportowego w Polsce w latach 2020-2050 w Scenariuszu II (w Mt)



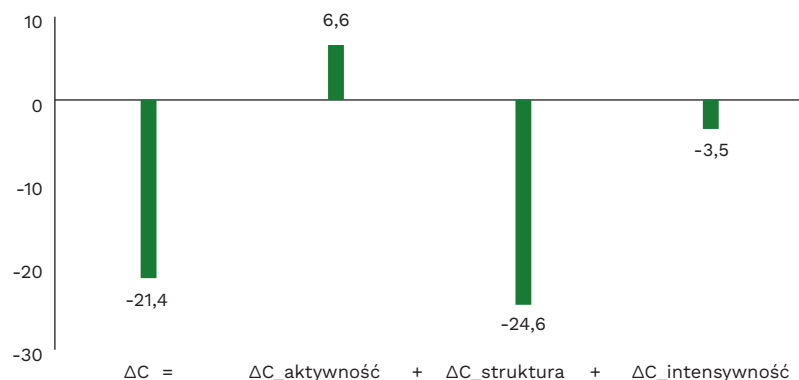
Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

W Scenariuszu II zakaz sprzedaży aut spalinowych i ograniczona aktywność transportowa zmniejszają emisje w transporcie łącznie o 67 proc., do nieco ponad 10 Mt CO₂. Redukcja emisji dla samochodów osobowych sięga 87 proc., czyli o 11 pkt. proc. więcej niż w Scenariuszu I i o 45 pkt. proc. więcej niż scenariuszu *status quo*. Legislacja dotycząca zakazu sprzedaży aut spalinowych i limitów emisji pozwala na zwiększenie redukcji o ponad 3,5 Mt CO₂ względem pozostałych propozycji z „Fit For 55” dla sektora transportu.

W Scenariuszu II emisje w transporcie w latach 2020-2050 spadają o prawie 22 Mt, co wynika głównie z bardziej korzystnej struktury floty, składającej się w 3/4 z pojazdów elektrycznych. Dodatkowo odnotowujemy ograniczony wzrost aktywności transportowej, szczególnie wobec wyników modelu dla Scenariusza I. W mniejszym stopniu zmniejsza się natomiast średnia intensywność emisji pojazdów we flocie, na co może wpływać starzenie się aut spalinowych w parku pojazdów i mniejsze wykorzystanie transportu zbiorowego.

Wykres 16. Emisje do 2050 r. spadną o ponad 20 Mt

Dekompozycja emisji CO₂ w Polsce w latach 2020-2050
w Scenariuszu II (w Mt CO₂)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie modelu TRANSPASSPOL.

Dyskusja

Według modelu TRANSPASSPOL zaproponowane zmiany sektora transportu zawarte w projektach dokumentów unijnych i krajowych „Fit for 55” i „PEP2040” mogą pomóc w redukcji emisji CO₂ do 2050 r. o ok. 60-70 proc., czyli o 15-20 Mt. Tym samym cele zawarte w tych projektach zostałyby zrealizowane. W modelu nie uwzględniono aspektów behawioralnych. Na wybór może bowiem wpłynąć poczucie bezpieczeństwa w zależności od rodzaju trasy do pokonania i pory dnia, wygoda i czas podróży, przyzwyczajenia czy świadomość ekologiczna (Marasinghe i in., 2015). Analizy będą kontynuowane i dopasowywane do obecnych warunków gospodarczych w formie aktualizacji ścieżek cen energii elektrycznej, paliw czy prognoz aktywności transportowej.

Szczególnie w obecnych czasach nie bez znaczenia pozostaje sytuacja na rynkach surowców i energii. Wojna w Ukrainie i wcześniejsza rosyjska destabilizacja Europy przez kryzys gazowy, przyczyniły się do zaburzeń na giełdach energii i paliw. Transformacja energetyczna jest postrzegana jako kluczowa w kontekście bezpieczeństwa energetycznego, jednak podstawowe i bieżące potrzeby związane z zapewnieniem ciągłości dostaw energii mogą wpływać na opóźnienia w realizacji zielonych postulatów. Tymczasowo możliwy jest powrót krajów UE do paliw kopalnych, w tym węgla. Z kolei rosnące ceny energii wpływają na obniżenie konkurencyjności pojazdów elektrycznych ze względu na wysokie koszty ładowania, nawet mimo gwałtownych wzrostów cen ropy naftowej. Ponadto rozwój technologii niskoemisyjnych opiera się na metalach ziem rzadkich, których dystrybucja produkcji jest wąska, a więc zagroża dywersyfikacji dostaw. Omówione wyżej czynniki zostały pominięte na etapie budowy modelu, a przedstawione scenariusze pokazują ogólny wpływ wybranych polityk na sektor transportowy.

Powrót – nawet tymczasowy – do paliw kopalnych wpłynie na zwiększenie śladu węglowego pojazdów elektrycznych – miks energetyczny jest istotny z perspektywy dostarczania energii. Jeśli 70 proc. energii elektrycznej jest wytwarzane z węgla, to elektryfikacja transportu nie przynosi zamierzonych korzyści w postaci redukcji emisji – prąd do ładowania produkowany jest bowiem w wysokoemisyjnych elektrowniach węglowych. Jednym z istotnych punktów pakietu „Fit For 55” jest rozwój infrastruktury ładowania pojazdów bezemisyjnych w Europie. W Polsce liczba ładowarek dla pojazdów elektrycznych nie pozwala obecnie na swobodną jazdę po kraju, czy zapewnione

ładowanie pod budynkami wielorodzinnymi. Zwiększenie liczby ładowarek wymaga inwestycji w sieci elektroenergetyczne. Brak możliwości wygodnego ładowania pojazdów może jednak spowalniać transformację transportu również ze względów behawioralnych – używanie pojazdu elektrycznego byłoby kłopotliwe na długich trasach. Czynniki te jako bariera rozwoju elektromobilności również nie zostały uwzględnione w modelu.

Mimo że czynników mogących wpłynąć na sektor transportowy w Polsce jest wiele i trudno je ująć w modelu, to przedstawiony TRANSPASSPOL dobrze obrazuje zmiany, które mogą zachodzić przez implementację proponowanych polityk. Analiza wykazała, że utworzenie dodatkowego systemu ETS, który zwiększy koszty eksploatacji pojazdów spalinowych i nawet niewielkie dopłaty do zakupu pojazdów wpłyną efektywnie na branżę w zakresie redukcji emisji. Dodatkowe korzyści niesie za sobą wprowadzenie limitów emisyjnych i zakaz sprzedaży aut spalinowych od 2035 r. – efekt dodatkowych legislacji ze Scenariusza II jest jednak wyraźnie niższy niż projektów zawartych w Scenariuszu I.

Analiza wyników scenariuszy w modelu TRANSPASSPOL wykazała ostatecznie, że zachowanie *status quo* spowolni proces elektryfikacji transportu, a redukcja emisji będzie niewystarczająca nie tylko dla osiągnięcia celów unijnych, ale również dla poprawy jakości powietrza, a więc także poprawy zdrowia mieszkańców (UN Global Compact Network Poland, 2022).

Bibliografia

- EEA (2022), *EEA greenhouse gases*, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> [dostęp: 24.06.2022].
- Eurostat (2022), *One car for every two people living in the EU in 2020*, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220727-1> [dostęp: 27.07.2022].
- KE (2021), *Statistical pocketbook 2021*, Komisja Europejska, https://transport.ec.europa.eu/media-corner/publications/statistical-pocketbook-2021_en [dostęp: 24.06.2022].
- KE (2022a), *The EU's plan for a green transition*, Komisja Europejska, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> [dostęp: 24.06.2022].
- KE (2022b), *Transport, Telecommunications and Energy Council (Transport)*, 2 June 2022, Komisja Europejska, <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/tte/2022/06/02/> [dostęp: 24.06.2022].
- Marasinghe, A., Maduwanthi, M., Janaka Rajapakse, R.P.C., Dharmawansa, A.D. (2015), *Factors Influencing to Travel Behavior on Transport Mode Choice*, „International Journal of Affective Engineering”, DOI: 10.5057/ijae.IJAE-D-15-00044.
- Menes, M. (2018), *Rozwój motoryzacji indywidualnej w Polsce w latach 1990-2015*, „Przegląd Komunikacyjny”, nr 4, http://www.transportation.overview.pwr.edu.pl/UPLOAD/BAZA-ARTYKULOW/PL/2018/04/A_PL_18_04_03.pdf [dostęp: 24.06.2022].
- PEP2040 (2021), *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-przyjeta-przez-rade-ministrow> [dostęp: 24.07.2022].
- Politico (2022), *European Parliament votes to ban combustion engine cars from 2035*, <https://www.politico.eu/article/european-parliament-votes-to-ban-combustion-engine-cars-from-2035/> [dostęp: 02.08.2022].
- Reuters (2022), *Five countries seek to delay EU fossil fuel car phase-out*, <https://www.reuters.com/markets/europe/five-countries-seek-delay-eu-fossil-fuel-car-phase-out-document-2022-06-24/> [dostęp: 02.08.2022].
- UN Global Compact Network Poland (2022), *Jakość powietrza w Polsce – stan obecny i propozycje działań naprawczych*, Organizacja Narodów Zjednoczonych, https://ungc.org.pl/wp-content/uploads/2022/02/Raport_Jakość_powietrza_w_Polsce.pdf [dostęp: 24.06.2022].

Spis tabel, schematów i wykresów

SPIS TABEL

Tabela 1. Sektory objęte ESR powinny zredukować emisje o 40 proc. w latach 2005-2030	11
Tabela 2. Dane wejściowe do modelu można pozyskać z ogólnodostępnych źródeł.	16

SPIS SCHEMATÓW

Schemat 1. Model umożliwia oszacowanie emisji, aktywności i struktury transportu do 2050 r.	17
Schemat 2. W modelu rozpatrzono transport pasażerski	18
Schemat 3. Model wykorzystuje wzorce zachowań konsumentów	19

SPIS WYKRESÓW

Wykres 1. Intensywność emisji gospodarki spada, a transportu rośnie	8
Wykres 2. Emisje w transporcie od 1990 r. wzrosły 3-krotnie	9
Wykres 3. Samochody osobowe wypierają kolej.	10
Wykres 4. Liczba aut elektrycznych w Polsce w połowie 2022 r. przekroczyła 50 tys.	13
Wykres 5. Cena wodoru spadnie z 5 do 2 EUR/kg w 2050 r.	22
Wykres 6. Liczba samochodów spalinowych w latach 2021-2050 spadnie o ponad 30 proc.	23
Wykres 7. Liczba autobusów w latach 2021-2050 wzrośnie blisko o połowę	24
Wykres 8. Emisje samochodów osobowych w scenariuszu <i>status quo</i> do 2050 r. spadną o 13 Mt	24
Wykres 9. Udział samochodów elektrycznych w 2050 r. wyniesie blisko 60 proc..	25
Wykres 10. Liczba autobusów elektrycznych w 2050 r. będzie o 75 proc. wyższa niż w scenariuszu utrzymania <i>status quo</i>	26
Wykres 11. Emisje CO ₂ w transporcie mogą spaść nawet 3-krotnie, dzięki ETS i malejącym cenom samochodów elektrycznych	27
Wykres 12. Emisje w latach 2020-2050 zostaną zredukowane o prawie 20 Mt	28

Wykres 13. Liczba samochodów elektrycznych w latach 2021-2050 wzrośnie blisko 400-krotnie	29
Wykres 14. Blisko 30 proc. autobusów w 2050 r. może mieć napęd elektryczny – przy ograniczonym wzroście popularności komunikacji publicznej	30
Wykres 15. Emisje samochodów osobowych w latach 2020-2050 mogą zmniejszyć się prawie o 90 proc.	30
Wykres 16. Emisje do 2050 r. spadną o ponad 20 Mt	31

Polski Instytut Ekonomiczny

Polski Instytut Ekonomiczny to publiczny *think tank* ekonomiczny z historią sięgającą 1928 roku. Jego obszary badawcze to przede wszystkim makroekonomia, energetyka i klimat, handel zagraniczny, foresight gospodarczy, gospodarka cyfrowa i ekonomia behawioralna. Instytut przygotowuje raporty, analizy i rekomendacje dotyczące kluczowych obszarów gospodarki oraz życia społecznego w Polsce, z uwzględnieniem sytuacji międzynarodowej.