



Centrum Analiz
Klimatyczno-Energetycznych



POLSKA NET-ZERO 2050

ROLA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ŚWIETLE PAKIETU „FIT FOR 55” I PERSPEKTYWY ROKU 2050

Autorzy:

Wojciech Rabiega, Artur Gorzałczyński, Maciej Pyrka, Robert Jeszke,
Izabela Tobiasz, Paweł Mzyk

LIFEClimateCAKEPL

AUTORZY I PRAWA AUTORSKIE

Wojciech Rabiega, Artur Gorzałczyński, Maciej Pyrka, Robert Jeszke, Izabela Tobiasz, Paweł Mzyk

Autorzy dziękują za cenny wkład i uwagi do Raportu: Monice Sekule, Markowi Antosiewiczowi, Igorowi Tatarewiczowi, Michałowi Lewarskiemu, Sławomirowi Skwierz, Jakubowi Boratyńskiemu, Janowi Witajewskiemu-Batvilks, Adamowi Wąs, Pawłowi Kobus, Sebastianowi Lizak, Maciejowi Cygler, Vitaliy Krupin, Anecie Tylce, oraz członkom Komitetu Sterującego projektu LIFE Climate CAKE PL (w którego skład wchodzi przedstawiciele resortów: MKiŚ, MF, KPRM, MRiT, MRiRW, MI, MGMIŻŚ) za uwagi i komentarze przedstawione podczas spotkania w dniu 9 czerwca 2022 r.

Copyright © 2022 Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy (IOŚ-PIB). Wszelkie prawa zastrzeżone. Udzielono licencji na rzecz Unii Europejskiej (pod określonymi warunkami).

Rabiega, W., Gorzałczyński, A., Pyrka, M., Jeszke, R., Tobiasz, I., Mzyk, P. (2022). Polska net-zero 2050: Rola transportu publicznego w świetle Pakietu „Fit for 55” i perspektywy roku 2050. Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy / Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.

Dokument ten został przygotowany w Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych (CAKE) utworzonym w Krajowym Ośrodku Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), który jest częścią Instytutu Ochrony Środowiska - Państwowego Instytutu Badawczego (IOŚ-PIB).

Niniejszy dokument został przygotowany w ramach projektu: “System dostarczania i wymiany informacji w celu strategicznego wspierania wdrażania polityki klimatyczno-energetycznej (LIFE Climate CAKE PL)” - LIFE16 GIC/PL/000031 – LIFE Climate CAKE PL.

Prosimy o przesyłanie uwag, pytań lub komentarzy do dokumentu na adres: cake@kobize.pl

Dokument został ukończony w czerwcu 2022 roku.

Zastrzeżenie: Ustalenia, interpretacje i wnioski wyrażone w tym dokumencie są ustaleniami autorów, a niekoniecznie organizacji, z którą autorzy są powiązani. Niniejszy dokument jest rozpowszechniany w nadziei, że będzie przydatny, ale IOŚ-PIB nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody powstałe w wyniku korzystania z jego treści.

Projekt i skład: Robert Jeszke, grafika na okładce: pch.vector, Freepick.com

Kontakt:

Adres: Chmielna 132/134, 00-805
Warszawa
WWW: www.climatecake.pl
E-mail: cake@kobize.pl
Tel.: +48 22 56 96 570
Twitter: @climate_cake



Projekt " System dostarczania i wymiany informacji w celu strategicznego wspierania wdrażania polityki klimatyczno-energetycznej" - LIFE16 GIC/PL/000031 (LIFE Climate CAKE PL)" jest współfinansowany z programu UE LIFE i współfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Spis treści

Lista skrótów	4
Najważniejsze wnioski	5
Streszczenie.....	6
1. Wprowadzenie.....	10
2. Założenia pakietu „Fit for 55”	11
3. Scenariusz realizacji polityki klimatycznej w UE.....	14
3.1. Redukcja emisji GHG	14
3.2. Nowy system handlu dla sektora transportu drogowego i budynków (BRT ETS) w pakiecie „Fit for 55”	15
3.3. Sposób implementacji BRT ETS i krańcowe koszty redukcji	16
4. Scenariusze neutralności klimatycznej	18
4.1. Wzrost aktywności pasażerskiej w Polsce.....	18
4.2. Założenia scenariuszy	19
5. Transformacja transportu zbiorowego w Polsce w scenariuszach neutralności klimatycznej - zmiana aktywności transportowej/preferencji pasażerów	22
6. Zmiany strukturalne parku samochodów osobowych i pojazdów transportu zbiorowego.....	25
7. Koszty promowania transportu publicznego w Polsce	28
8. Zapotrzebowanie na energię elektryczną i wodór w indywidualnym i zbiorowym transporcie pasażerskim w Polsce.....	30
9. Zmiany poziomów emisji dwutlenku węgla.....	31
10. Analiza wariantowa – wysokie ceny paliw ropopochodnych.....	33
11. Programy realizowane w Polsce i na świecie.....	35
12. Wyniki makroekonomiczne symulacji charakteryzujące gospodarkę Polski.....	37
Załącznik I - Wyniki szczegółowe scenariuszy	40
Załącznik II - Założenia scenariuszy i wymiana danych pomiędzy modelami	44
Bibliografia	46

Lista skrótów

BRT ETS	System handlu emisjami dla sektora transportu drogowego i budynków
CAKE	Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych
d-Place	Globalny ekonomiczny model równowagi ogólnej (CGE) zbudowany i rozwijany w CAKE/KOBZE
ESR	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/842 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie wiążących rocznych redukcji emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie od 2021 r. do 2030 r
EU ETS	System handlu uprawnieniami do emisji w Unii Europejskiej
GHG	Gazy cieplarniane (ang. greenhouse gases)
ICE	Pojazdy z silnikami wewnętrznego spalania (zasilane benzyną, olejem napędowym, LPG oraz gazem ziemnym – CNG)
KE	Komisja Europejska
KOBIZE	Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami
LULUCF	Użytkowanie gruntów, zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo (ang. Land Use, Land Use Change and Forestry)
MEESA	Model europejskiego sektora energetycznego zbudowany i rozwijany w CAKE/KOBZE
MSR	Rezerwa Stabilności Rynkowej (z ang. Market Stability Reserve)
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
Non-ETS	Sektory nieobjęte unijnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)
PKB	Produkt Krajowy Brutto
pkm	pasażerokilometr
TCO	Całkowity koszt posiadania (z ang. total cost of ownership)
UE	Unia Europejska
TR^{3E}	Model równowagi cząstkowej sektora transportu w UE zbudowany i rozwijany w CAKE/KOBZE
ZEV	Pojazdy zeroemisyjne (z ang. zero emissions vehicles)

Najważniejsze wnioski

- ❖ Realizacja scenariusza uwzględniającego wprowadzenie zakazu sprzedaży spalinowych samochodów osobowych od 2035 roku (zgodnie z pakietem „Fit for 55”) wymaga wprowadzenia do użytku znacznej liczby osobowych samochodów elektrycznych. Dodatkowy koszt zakupu pojazdów elektrycznych w stosunku do ambitnego scenariusza neutralności będzie stanowił istotne obciążenie dla konsumentów i firm.
- ❖ Transformacja sektora transportu pasażerskiego w Polsce powinna zakładać dynamiczny rozwój transportu publicznego. Większy rozwój **transportu publicznego umożliwi zmniejszenie zapotrzebowania na samochody elektryczne o 1 mln sztuk w 2050 r.** (w stosunku do scenariusza NEU) na rzecz podróży koleją i autobusami. Taka substytucja będzie możliwa po obniżeniu kosztów transportu publicznego. W 2030 r. o -17% dla transportu drogowego i o -13% dla kolei. Natomiast w 2050 r. odpowiednio o -37% i o -35% w stosunku do scenariusza bez promowania transportu publicznego. **Promowanie transportu publicznego będzie wymagało ok. 7 mld EUR dodatkowych nakładów w przypadku kolei i ok. 40 mld EUR w przypadku autobusów w okresie 2025-2050.**
- ❖ **Zeroemisyjne autobusy będą w Polsce stanowiły ok. 10% floty w 2030 i ponad 70% w 2050 r.** W początkowej fazie, ich wykorzystanie będzie dotyczyło głównie miast i przejazdów na krótkich dystansach.
- ❖ Zmniejszenie się aktywności pasażerskiej w lotnictwie (loty krajowe i na krótkich dystansach) na rzecz kolei. W analizowanym scenariuszu NEU_PUBLIC_55 transport lotniczy na terytorium Polski zostaje w ok. 35% zastąpiony przez kolej.
- ❖ Wzrost aktywności pasażerskiej i wykorzystania technologii zeroemisyjnych przełoży się na istotny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. **W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 transport pasażerski będzie zużywał w Polsce ok. 8 TWh i 34 TWh energii elektrycznej, odpowiednio w 2030 i w 2050 r.**
- ❖ Wykorzystanie technologii wodorowych w transporcie publicznym będzie istotne od roku 2030. W pierwszej kolejności będzie dotyczyło głównie autobusów miejskich. **W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 do 2050 roku zapotrzebowanie na wodór w Polsce w transporcie pasażerskim sięgnie poziomu ok. 57 kt.**
- ❖ Wprowadzenie zakazu sprzedaży spalinowych samochodów osobowych od 2035 r. (wg pakietu „Fit for 55”) i równoczesne promowanie transportu zbiorowego wpłyną na znaczące redukcje emisji. **W 2050 r. emisje w transporcie pasażerskim zostaną obniżone do ok. 8 Mt CO₂.**
- ❖ W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 redukcja emisji CO₂ w transporcie pasażerskim w Polsce w 2050 r. względem roku 2020 wynosi ok. 74%.
- ❖ Głównymi źródłami emisji w krajowym transporcie pasażerskim w 2050 r. pozostaną samochody osobowe oraz lotnictwo (3,1 Mt samochody osobowe, 3,8 Mt lotnictwo).

Streszczenie

1. W raporcie przeanalizowano możliwe kierunki zmian w sektorze transportowym w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem roli transportu publicznego. W ramach pracy przeanalizowano scenariusze istotne z punktu widzenia wyzwań jakie stoją przed Polską, wynikających z konieczności wypełnienia celów redukcji emisji gazów cieplarnianych w ramach polityki klimatycznej UE:
 - ▶ **NEU (scenariusz neutralności)** – zakładający do 2030 r. wdrożenie celów pakietu „Fit for 55”, a w perspektywie długoterminowej osiągnięcie 90% redukcji emisji w 2050 r. vs. 1990 r. i zerowy poziom emisji netto z uwzględnieniem sektora użytkowania gruntów i leśnictwa (LULUCF). Sektor transportu objęty systemem handlu emisjami BRT ETS.
 - ▶ **NEU_55** – scenariusz neutralności (NEU) z zakazem sprzedaży nowych spalinowych samochodów osobowych (ICE) od 2035 r.
 - ▶ **NEU_PUBLIC** – scenariusz neutralności (NEU) bez zakazu sprzedaży pojazdów spalinowych (ICE), promowanie transportu publicznego.
 - ▶ **NEU_PUBLIC_55** – scenariusz neutralności (NEU) z zakazem sprzedaży nowych spalinowych samochodów osobowych (ICE) od 2035 r. i jednoczesnym promowaniem transportu publicznego.
2. Realizacja ambitnych celów polityki klimatycznej UE będzie prowadzić do bardzo głębokiej przebudowy polskiego sektora transportowego w Polsce i UE. Zmiany struktury floty samochodów będą stymulowane szybko rosnącymi kosztami redukcji emisji. Wdrożenie nowego systemu handlu uprawnieniami do emisji (BRT ETS) i objęcie tym systemem sektora transportu drogowego (co wynika z pakietu „Fit for 55”) oraz realizację celu net-zero do 2050 r. w UE, powoduje że koszt marginalny redukcji emisji rośnie do poziomu ok. 126 EUR'2015/tCO₂ w 2030 r. i ok. 1655 EUR'2015/tCO₂ w 2050 r. Najsilniejsze wzrosty marginalnych kosztów redukcji obserwowany jest w okresie 2030–2040. Ponieważ do 2040 r. koszt ten osiąga już poziom ok. 1295 EUR'2015/tCO₂. Co wynika m.in. z faktu, że na początku wskazanego okresu istotny udział mają pojazdy z silnikami spalinowymi (ICE) w stosunku do pojazdów zeroemisyjnych (ZEV) będących aktualnie w fazie rozwoju.
3. We wszystkich scenariuszach, w perspektywie 2050 r., technologiami dominującymi będą pojazdy zeroemisyjne (ZEV). Jednak każdy ze scenariuszy przedstawia inną ścieżkę rozwoju sektora transportu. Realizacja scenariuszy uwzględniających wprowadzenie zakazu sprzedaży spalinowych samochodów osobowych od 2035 roku (pakiet „Fit for 55”) wymaga wprowadzenia do użytku dodatkowej liczby samochodów elektrycznych na poziomie od ok. 2,5 do 3 mln sztuk. Zakaz sprzedaży pojazdów ICE zwiększa liczbę

samochodów elektrycznych, których poziom wydaje się być trudnym do osiągnięcia – średnia liczba pojazdów elektrycznych jakie powinny być wprowadzone do użytkowania w Polsce w okresie 2025 – 2050 to 500 000 sztuk rocznie (scenariusz NEU).

4. Transformacja sektora transportu pasażerskiego powinna zakładać dynamiczny rozwój transportu publicznego drogowego i kolejowego. Wzrost aktywności pasażerskiej w transporcie publicznym może zredukować transport indywidualny o ok. 7% oraz zmniejszyć w Polsce park samochodów elektrycznych o ok. 1 mln w 2050 r. Wzrost aktywności zbiorowej, szczególnie kolejowej pozwoli obniżyć aktywność lotniczą która w scenariuszu NEU rośnie 4-krotnie w okresie 2020 – 2050. Liczba pasażerokilometrów w 2050 roku w Polsce w scenariuszach promujących transport zbiorowy drogowy i kolejowy może być niższa o ok. 30 mld pasażerokilometrów (pkm) niż w scenariuszach NEU i NEU_55 (spadek o ok. 35%). Wynika to z możliwości substytucji lotów krajowych i na krótkich dystansach przez przejazdy kolejowe.
5. W wyniku transformacji drogowego transportu zbiorowego wzrośnie liczba zeroemisyjnych autobusów wykorzystujących energię elektryczną i wodór. W scenariuszach promujących transport publiczny liczba elektrycznych autobusów w Polsce osiągnie poziom ok. 6 tys. w 2030 roku i ok. 70 tys. w 2050 r. (ok. 53% parku pojazdów).
6. W początkowym okresie udział autobusów wodorowych w Polsce będzie stosunkowo niski – ok. 1,5 tys. sztuk w 2030 roku. Jednakże, wraz z postępem technologii wodorowej ich wykorzystanie będzie wzrastać. Liczba autobusów wodorowych w Polsce w 2050 roku może wynieść ok. 25 tys. sztuk (ok. 20% floty).
7. Do 2030 wykorzystanie zeroemisyjnych autobusów będzie dotyczyło głównie miast i przejazdów na krótkich dystansach (ok. 10% floty w 2030). Mimo to, co raz większe wykorzystanie technologii zeroemisyjnych będzie wymagało dostarczenia odpowiedniej ilości energii elektrycznej i wodoru. W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 zapotrzebowanie na energię elektryczną w transporcie pasażerskim (auta osobowe, autobusy i koleje) wyniesie ok. 34 TWh w 2050 roku, co odpowiada ok. 10% całego zapotrzebowania na energię w Polsce.
8. Zapotrzebowanie na wodór w transporcie pasażerskim w najbliższych latach będzie dotyczyć głównie autobusów wodorowych. W 2030 r. będzie ono na poziomie ok. 1,6 kt W 2050 roku liczba ta może znacznie wzrosnąć do poziomu ok. 56 kt i będzie obejmować zarówno wodorowe autobusy, jak i auta osobowe.
9. Przeniesienie części aktywności pasażerskiej z transportu indywidualnego na zbiorowy będzie możliwe przy odpowiednim obniżeniu się uśrednionych kosztów transportu publicznego. W scenariuszach promujących transport publiczny jest to ok. -17% w 2030 r. i -37% w 2050 r. dla transportu drogowego (autobusy) i ok. -13% w 2030 r.

i -35% w 2050 r. dla kolei. W okresie 2025 – 2050 promowanie transportu publicznego będzie wymagało ok. 47 mld EUR dodatkowych nakładów (odpowiednio ok. 7 mld EUR na kolei i ok. 40 mld EUR autobusy).

10. W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 emisje CO₂ w Polsce zostają zredukowane o ok. 74% w 2050 r. w stosunku do roku 2020 i są na poziomie ok. 8Mt CO₂. Redukcje emisji zachodzą dzięki wymianie floty spalinowych samochodów osobowych na pojazdy zeroemisyjne, zwiększeniu roli transportu publicznego względem indywidualnego oraz obniżeniu aktywności pasażerskiej w lotnictwie na rzecz kolei.
11. Sytuacja gospodarcza w Polsce ma istotny wpływ na tempo zachodzących zmian w sektorze transportowym. Wielkość PKB będzie miała wpływ na zapotrzebowanie na pracę przewozową i liczbę pasażerokilometrów a inwestycje w nowe technologie będą wpływać na wartość konsumpcji gospodarstw domowych. W scenariuszu neutralności w latach 2030-2050 średnie roczne tempo wzrostu PKB wynosi ok. 0,2 punktu procentowego (p.p.) – wzrost z 634 do 861 mld EUR¹⁵. Natomiast wartość konsumpcji gospodarstw domowych zwiększa się w okresie 2030 – 2050 z ok. 355 do 523 mld EUR¹⁵.

Tabela 1. Przegląd głównych wyników modelowania dla transportu w Polsce.

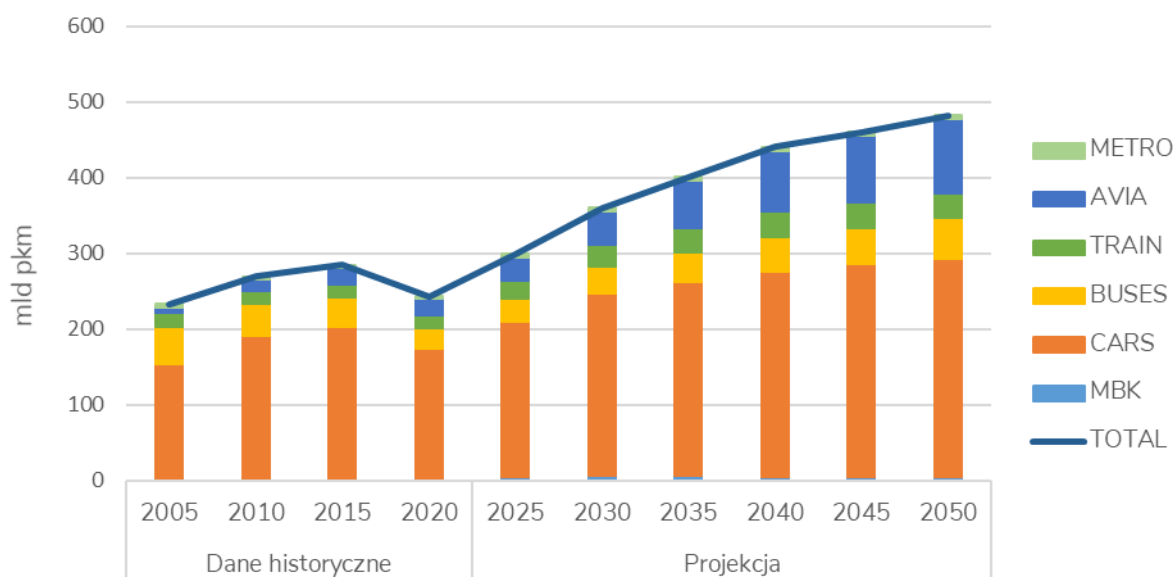
	Polska 2030				Polska 2050			
	NEU				NEU			
Cel redukcji emisji [%] vs 2005 dla BRT ETS	43				87			
Krańcowe koszty redukcji emisji w BRT ETS [EUR'2015/tCO ₂ ekw.]	126				1655			
PKB [mld EUR'2015]*	634				861			
Konsumpcja gospodarstw domowych [mld EUR'2015]	355				523			
	Transport							
	NEU	NEU_55	NEU_PUBLIC	NEU_PUBLIC_55	NEU	NEU_55	NEU_PUBLIC	NEU_PUBLIC_55
Emisje [Mt CO ₂]	27,4	27,4	26,8	26,8	12,4	10,1	10,3	8,2
Liczba osobowych samochodów elektrycznych [mln szt.]	2,7	2,7	2,6	2,6	14,4	17,1	13,5	15,9
Liczba autobusów zeroemisyjnych (elektrycznych i wodorowych) [tys. szt.]	6,7	6,7	7,6	7,6	81,2	76,7	102,3	96,5
Zapotrzebowanie na energię elektryczną w transporcie pasażerskim [TWh]	7,1	7,1	7,9	7,9	28,0	32,2	30,4	34,0

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

1. Wprowadzenie

12. W ostatnich latach obserwowany jest stały wzrost udziału transportu indywidualnego w aktywności pasażerskiej. Obecnie transport indywidualny (samochody osobowe) w Polsce stanowi ponad 75% całej aktywności. Pozostała część to transport kolejowy oraz autobusy. Transport indywidualny jest znacznie bardziej emisyjny niż zbiorowy, a drogi w Polsce są coraz bardziej zatłoczone. Jednym ze sposobów, aby odwrócić ten trend jest podejmowanie działań promujących transport publiczny. Popularyzacja transportu zbiorowego nie przekłada się bezpośrednio (proporcjonalnie) na wzrost emisji. Obecnie średnie obłożenie pociągów jest na poziomie 120 osób na skład. Zwiększenie liczby podróżujących tym środkiem transportu znacząco obniża emisję CO₂, ponieważ charakteryzuje się on niskim wskaźnikiem emisji na pasażerokilometr.

Wykres 1. Wzrost aktywności pasażerskiej w Polsce w latach 2015 - 2050
[dane historyczne i projekcja dla scenariusza NEU]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE¹

13. Transport zbiorowy może odegrać znaczącą rolę w osiągnięciu neutralności klimatycznej. Szczególnie w kontekście dużych miast i aglomeracji miejskich. Ograniczenie emisyjności w miastach, w kontekście transportu powinno odbywać się w sposób zrównoważony. Usługi komunikacyjne powinny odpowiadać oczekiwaniom mieszkańców i być atrakcyjne cenowo, co powinno stymulować ich do rezygnacji z prywatnych form transportu na rzecz komunikacji miejskiej.

¹ MBK – jednoślady; CARS – samochody osobowe; BUSES – autobusy, autokary, busy; TRAIN – kolej; AVIA – lotnictwo; METRO – metro i tramwaje

14. Przeniesienie części aktywności na transport publiczny przy jednoczesnym wykorzystaniu technologii zeroemisyjnych powinno w znacznym stopniu przełożyć się w przyszłości na poprawę jakości powietrza w miastach. W celu osiągnięcia ww. efektów, niezbędne są programy i systemy wsparcia dla samorządów i organizatorów transportu zbiorowego na zakup pojazdów zeroemisyjnych (elektrycznych i wodorowych) i rozbudowę infrastruktury (stacje ładowania, tankowania wodoru) oraz realizację dodatkowych działań promujących transport publiczny i zwiększających atrakcyjność tego rodzaju przewozów (np. poprzez obniżenie cen biletów lub wprowadzenie bezpłatnych przejazdów).
15. Jedną z odpowiedzi na te wyzwania jest program „Zielony Transport Publiczny” ogłoszony przez NFOŚiGW². Program przewiduje dofinansowanie do zakupu zeroemisyjnych autobusów³ oraz budowy niezbędnej infrastruktury. W 2021 roku przeprowadzono 2 nabory wniosków o dofinansowanie, zaś przewidziany budżet programu opiewa na ok 1,3 mld zł.
16. Zgodnie z projektem Polskiej Strategii Wodorowej do 2025 r. w Polsce ma być zarejestrowanych 500 szt. autobusów wodorowych, zaś do 2030 r. ta liczba ma wzrosnąć do 2 tys. pojazdów z ogniwami paliwowymi na wodór⁴.
17. Wykorzystanie autobusów wodorowych w transporcie publicznym, obok autobusów elektrycznych, przyczyni się do osiągnięcia celów w zakresie niskoemisyjnego transportu określonych w Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności Komisji Europejskiej oraz PEP 2040⁵. Od 2025 r. miasta o ludności powyżej 100 tys. mieszkańców będą również zobowiązane do zakupu wyłącznie bezemisyjnych pojazdów, by do 2030 r. osiągnąć pełną zeroemisyjność floty komunikacji miejskiej.

2. Założenia pakietu „Fit for 55”

18. W dniu 14 lipca 2021 r. Komisja Europejska (KE) opublikowała pakiet „Fit for 55”, w którym zaproponowała rewizję norm emisji CO₂ dla nowych samochodów osobowych i lekkich dostawczych o ładowności do 3,5 t (LDV - ang. Light Duty Vehicles). Obecne uregulowania prawne dotyczące średnich norm emisji nowo – rejestrowanych pojazdów (Regulation (EU) 2019/631) zakładają następujące normy oraz cele ograniczania norm emisji CO₂:

²NFOŚiGW „Zielony Transport Publiczny” <https://www.gov.pl/web/nfosiqw/zielony-transport-publiczny-faza-i-2021> [dostęp 31.03.2022]

³ Zgodnie z regulaminem programu za zeroemisyjne pojazdy uważane są autobusy elektryczne oraz wykorzystujące technologię wodorową oraz trolejbusy.

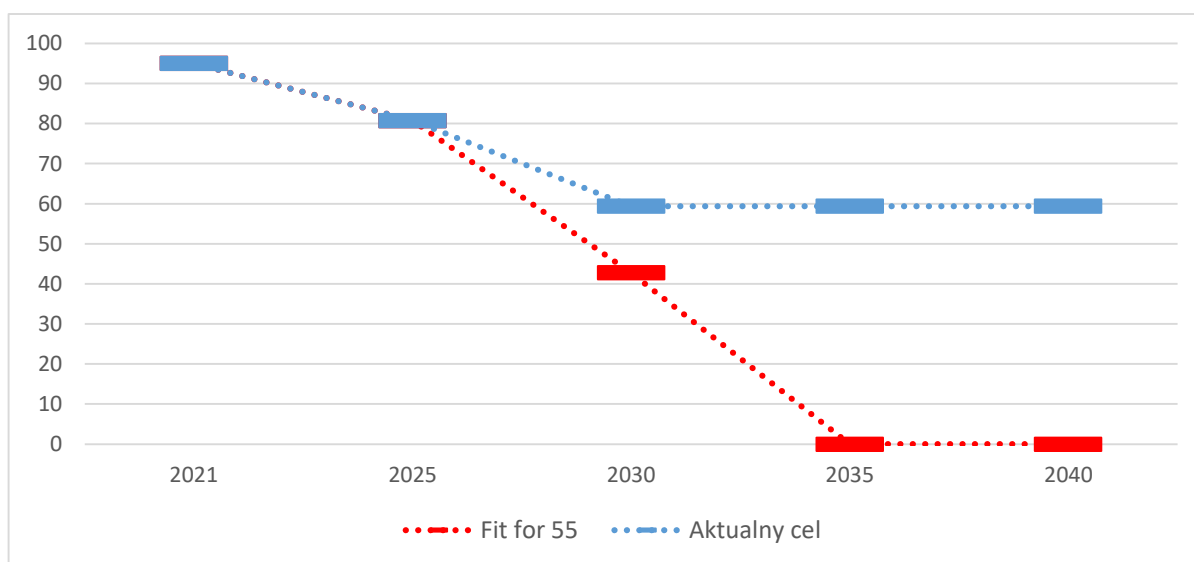
⁴ Ministerstwo Klimatu i Środowiska, *Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040*, Warszawa 2021

⁵ Ministerstwo Klimatu i Środowiska, *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*, Warszawa 2021

- ▶ punktem wyjścia do ambitniejszych celów redukcji emisji w nowych samochodach osobowych jest obowiązująca norma emisji na poziomie 95g CO₂/km.,
- ▶ od 2025 r. normy emisji dla nowych samochodów osobowych i LDV zostaną obniżone o 15% w stosunku do poziomu z 2021 r.,
- ▶ od 2030 r. nastąpi zaostrzenie norm emisji o 37,5% w stosunku do poziomu z 2021 r. w przypadku samochodów osobowych oraz o 31% dla LDV.

19. Osiągnięcie neutralności klimatycznej wymaga zaostrzenia celów redukcji norm CO₂. Propozycje zawarte w pakiecie „Fit for 55” zakładają, że normy emisji CO₂ w 2030 roku w stosunku do 2021 zostaną obniżone odpowiednio o 55% dla samochodów osobowych i o 50% dla samochodów dostawczych. W 2035 zakłada się, że średni poziom emisji w nowych autach osobowych i dostawczych będzie zerowy⁶. Oznacza to, że będzie możliwy zakup jedynie samochod elektrycznych i zasilanych wodorem.

Wykres 2. Normy emisji CO₂ dla nowych samochodów osobowych w UE (aktualny cel vs. pakiet „Fit for 55”)



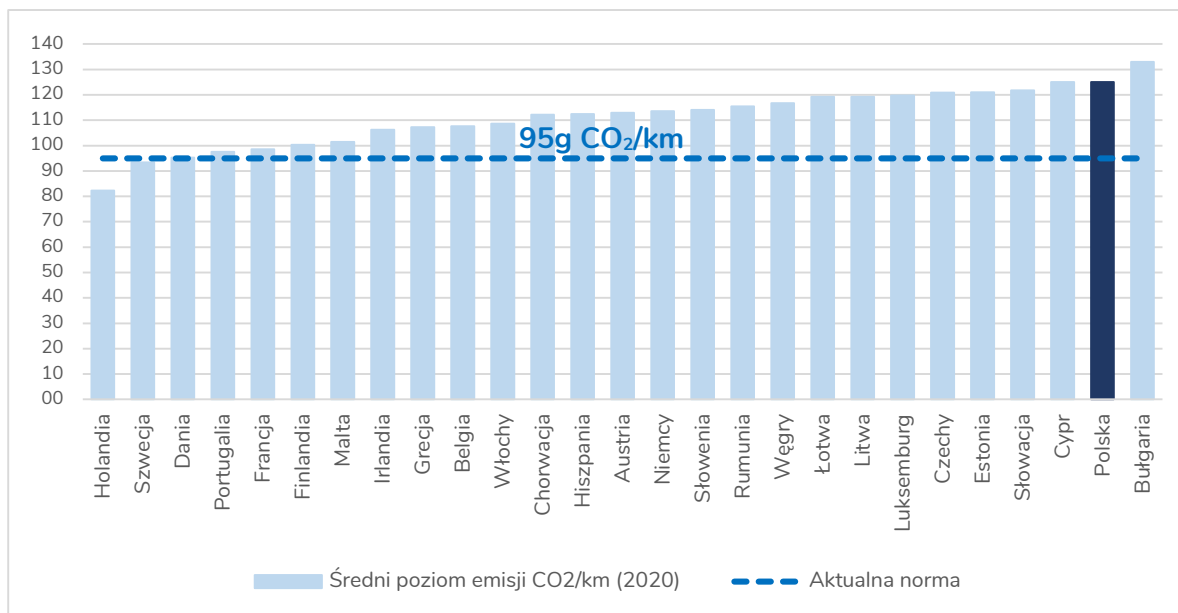
Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

20. Obecnie wśród 27 państw członkowskich UE, tylko w 3 krajach sprzedaż nowych pojazdów spełnia aktualne normy emisji (95g CO₂/km). W zestawieniu za 2020 rok Polska plasuje się na przedostatnim miejscu, co oznacza, że w dalszym ciągu udział nowych zeroemisyjnych pojazdów w sprzedaży samochodów osobowych jest niski, co wynika z niższej struktury dochodów i wysokich kosztów zakupu pojazdów zeroemisyjnych oraz mało rozwiniętej infrastruktury dla ZEV. Według stanu na koniec

⁶ Komisja Europejska, Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52021PC0556> [dostęp 16.04.2022]

maja 2022 r. w Polsce zarejestrowanych jest ok. 46 tys. pojazdów elektrycznych z czego ok 22 tys. to pojazdy wykorzystujące wyłącznie energię elektryczną (BEV)⁷.

Wykres 3. Średnie emisje CO₂/km dla nowych aut osobowych w krajach UE-27 w 2020 roku



Źródło: Eurostat - <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do> [dostęp 20.03.2022]

21. Realizacja celów zaproponowanych w pakiecie „Fit for 55” może być trudna bez odpowiedniego rozwoju i wsparcia dla transportu publicznego. Szybkie przejście z samochodów osobowych z silnikami spalinowymi (ICE) na pojazdy zeroemisyjne (ZEV) w przypadku wielu grup społecznych może okazać się nierealne z uwagi na wysokie koszty zakupu, czy niedostateczną infrastrukturę ładowania. Dobrze zorganizowany i tani transport zbiorowy może w znacznym stopniu przyczynić się do zmian preferencji konsumentów i przeniesienia znacznej części aktywności pasażerskiej z aut osobowych na autobusy oraz kolej (w tym metro i tramwaje).

⁷ PPSA, PZPM „Licznik elektromobilności” <https://pspa.com.pl/research/licznik-elektromobilnosci/> [dostęp 09.06.2022]

3. Scenariusz realizacji polityki klimatycznej w UE

3.1. Redukcja emisji GHG

22. Rozpatrywany scenariusz polityki klimatycznej opiera się na Raporcie „Polska NET-ZERO 2050: Mapa drogowa osiągnięcia wspólnotowych celów polityki klimatycznej dla Polski do 2050 r.”, CAKE/KOBiZE, Warszawa, czerwiec 2021 r. Cele redukcji emisji GHG zdefiniowane w powyższym raporcie zostały zaktualizowane w oparciu o przedstawiony przez KE w dniu 14 lipca 2021 r. pakiet „Fit for 55”. Tabela 2 przedstawia zaktualizowany scenariusz redukcji emisji gazów cieplarnianych (GHG) przyjęty dla UE.

Tabela 2. Cele redukcyjne w scenariuszu polityki neutralności klimatycznej UE

Scenariusz	Cel redukcji emisji GHG dla UE			Cel GHG w BRT ETS <i>(system handlu emisjami dla mieszkalnictwa i transportu)</i> vs. 2005
	Łączna redukcja emisji GHG vs. 1990	Cel GHG w EU ETS vs. 2005	Cel GHG w non-ETS vs. 2005	
2030				
NEU <i>(Pakiet Fit for 55)</i>	53% (netto 55%*)	61%	40% (w PL 17,7%)	43%
2050				
NEU	90% (netto 100%*)	93%	82% (w PL 74,8%)	87%

* Osiągnięty cel redukcyjny GHG z uwzględnieniem pochłaniania w sektorze LULUCF i technologiami pochłaniania GHG z atmosfery (np. technologia spalania biomasy z CCS)

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

23. W scenariuszu NEU założono realizację celów polityki klimatycznej UE w zakresie redukcji emisji GHG zgodnie z opublikowanym przez KE pakietem „Fit for 55”. Pakiet ten wyznacza ścieżkę osiągnięcia do 2030 r. celu zmniejszenia emisji GHG netto (czyli z uwzględnieniem pochłaniania) o 55% względem roku 1990. Bez uwzględnienia pochłaniania, zakładana realizacja celów polityki klimatycznej UE w zakresie redukcji emisji GHG została oszacowana na poziomie 53% w 2030 r. w stosunku do 1990 r. Zgodnie z propozycjami KE zawartymi w pakiecie „Fit for 55” w scenariuszu NEU

przyjęto, że w 2030 r. sektory EU ETS muszą zredukować swoją emisję o 61%, natomiast sektory non-ETS o 40% względem poziomu z 2005 r.

24. W scenariuszu NEU zaimplementowany został nowy system handlu obejmujący sektor budynków i transport drogowy (BRT ETS). Zgodnie z pakietem „Fit for 55” do 2030 r. cel redukcji emisji w BRT ETS wynosi 43% w stosunku do 2005 r.
25. W scenariuszu NEU założono również długoterminowy cel redukcji emisji do 2050 r., aby skierować UE na ścieżkę osiągnięcia neutralności klimatycznej. Nasza propozycja postępu UE w ograniczaniu emisji do 2050 r. to redukcja emisji GHG o 90% w stosunku do 1990 r. bez uwzględnienia pochłaniania. Natomiast netto z uwzględnieniem pochłaniania redukcja emisji w 2050 r. do zera. W scenariuszu NEU cel redukcyjny dla sektorów EU ETS został ustalony na poziomie 93%, co odpowiada redukcji emisji prezentowanej w projekcji KE GECO2020⁸ dla scenariusza 1,5°C. W efekcie przyjęcia określonego poziomu redukcji dla sektorów EU ETS, aby osiągnąć zakładany w scenariuszu neutralności wspólnotowy cel redukcyjny ok. 90% w 2050 r., reszta sektorów gospodarki znajdująca się w obszarze non-ETS musi zredukować emisję w 2050 r. o ok. 83%. Natomiast założony cel redukcyjny dla nowego systemu BRT ETS w 2050 r. wynosi 87% względem emisji z 2005 r. i wynika z projekcji KE GECO2020 dla scenariusza 1,5°C.

3.2. Nowy system handlu dla sektora transportu drogowego i budynków (BRT ETS) w pakiecie „Fit for 55”

26. Pakiet „Fit for 55” zakłada, że dla sektora budynków oraz transportu drogowego ustanowiony zostanie nowy system handlu uprawnieniami do emisji (BRT ETS). System ten podobnie jak obecnie funkcjonujący EU ETS ma zapewnić, że w sektorach nim objętych zostanie osiągnięty ustalony cel redukcji emisji. Ze względu na znaczną ilość małych podmiotów w sektorze budynków i transportu drogowego, w nowym systemie regulacji będzie podlegać zużycie paliw wykorzystywanych do spalania w tych sektorach, a obowiązki rozliczania emisji nałożone zostaną na dystrybutorów paliw. Tym samym nowy system handlu uprawnieniami do emisji będzie obejmował paliwa stosowane w sektorze budynków i transporcie drogowym, w szczególności:

- transporcie drogowym (z wyłączeniem wykorzystania pojazdów rolniczych na utwardzonych drogach),

⁸ *Global Energy and Climate Outlook 2020: Energy, Greenhouse gas and Air pollutant emissions balances.* European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/1750427d-afd9-4a10-8c54-440e764499e4>, Komisja Europejska, Joint Research Centre, 2020.

- emisje ze spalania paliw w budynkach handlowych i instytucjonalnych,
- wszystkie emisje ze spalania paliw w gospodarstwach domowych,
- w ciepłowniach i elektrociepłowniach (wyłączone z systemu EU ETS).

27. Emisje w BRT ETS obejmują jedynie dwutlenek węgla (CO₂) i będą obliczane przy użyciu następującego wzoru:

$$\text{paliwo przeznaczone do zużycia} \times \text{współczynnik emisji}$$

gdzie, współczynnik emisji stosuje się na podstawie wartości domyślnych IPCC (2006 IPCC Inventory Guidelines).

28. W celu osiągnięcia przedstawionego w pakiecie „Fit for 55” dla systemu BRT ETS celu 43% redukcji emisji w 2030 r. (w porównaniu z 2005 r.), KE proponuje wprowadzenie liniowego współczynnika redukcji (LRF) na poziomie 5,15 % począwszy od 2024 r. w oparciu o zgłoszone średnie emisje za lata 2024, 2025 i 2026. W systemie BRT ETS nie przewidziano przydziału bezpłatnych uprawnień, dlatego uprawnienia do emisji będą sprzedawane na aukcjach. Ponadto w celu zapewnienia stabilności rynku będzie działać podobnie jak w EU ETS rezerwa stabilności rynkowej (MSR) od 2027 r.

29. Nowy system BRT ETS ma zawierać odpowiednie mechanizmy chroniące przed negatywnymi skutkami skokowych wzrostów cen uprawnień. W projektowanych przepisach istnieją reguły dla tego mechanizmu, które pozwolą na uruchomienie 50 mln (lub 150 mln) uprawnień z rezerwy BRT MSR w przypadku, gdy przez trzy kolejne miesiące średnia cena uprawnień będzie dwukrotnie (lub trzy krotnie) wyższa niż średnia z sześciu kolejnych miesięcy.

30. Dodatkowo Unia Europejska ustanowi Społeczny Fundusz Klimatyczny na rzecz działań w dziedzinie klimatu, który zajmie się skutkami społecznymi implementacji nowego systemu handlu emisjami dla transportu drogowego i budynków. Fundusz będzie finansowany z budżetu UE, przy wykorzystaniu kwoty odpowiadającej 25% dochodów ze sprzedaży uprawnień do emisji w nowym systemie.

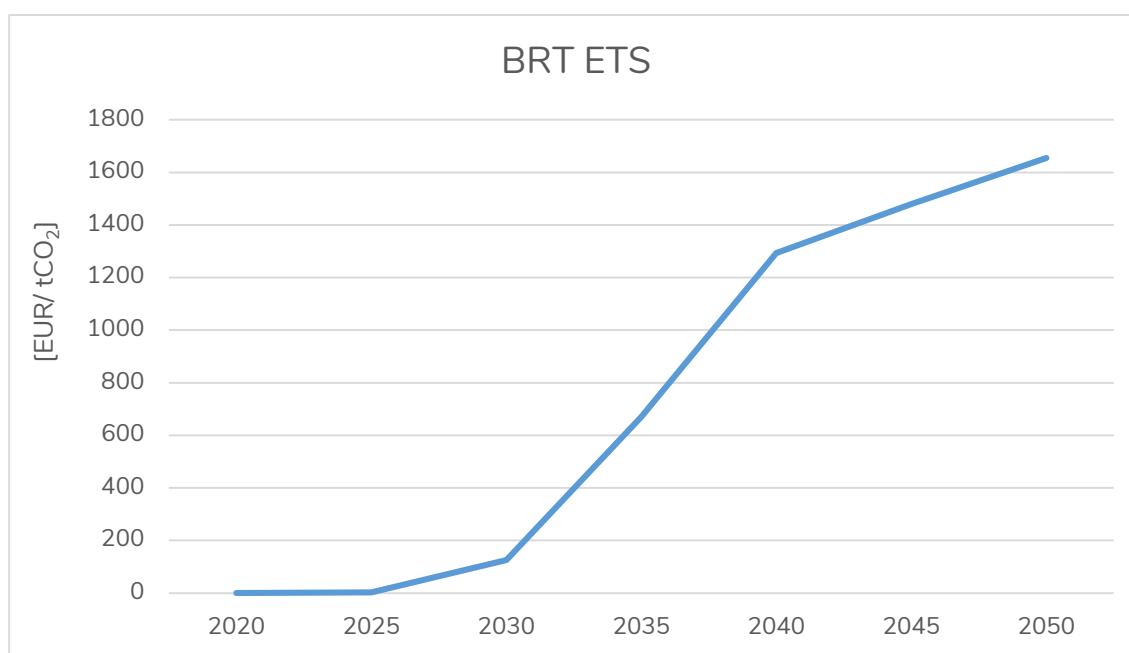
3.3. Sposób implementacji BRT ETS i krańcowe koszty redukcji

31. Włączenie sektora budynków oraz transportu drogowego do nowego ogólnoeuropejskiego systemu BRT ETS, podobnie jak w proponowanym przez KE pakiecie „Fit for 55” nie oznacza wykluczenia tych sektorów z obszaru redukcji zdefiniowanego celami non-ETS. Co oznacza, że cel redukcyjny i wynikający z niego limit emisji w obszarze non-ETS musi być spełniony również biorąc pod uwagę emisję z budynków i transportu drogowego w danym państwie UE.

32. W celu modelowania zaproponowanej w pakiecie „Fit for 55” nowelizacji polityki klimatycznej, w pierwszym kroku ustalono całkowitą podaż uprawnień na emisję dwutlenku węgla w BRT ETS. Przy czym, emisje dwutlenku węgla nie mogą przekraczać zakładanej liczby uprawnień wydawanych przez rząd i ustalonych zgodnie z przyjętymi celami redukcyjnymi dla scenariusza NEU w BRT ETS. Cena uprawnień do emisji dwutlenku węgla jest kalkulowana endogenicznie i jest wynikiem oczyszczenia rynku (bilans całkowitego popytu i całkowitej podaży uprawnień).
33. W następstwie wyznaczenia określonej ceny za uprawnienia, sektory objęte BRT ETS redukują emisję. Poziom tych redukcji różni się pomiędzy poszczególnymi państwami członkowskimi, co wynika głównie ze struktury floty samochodowej i udziału poszczególnych paliw w ogrzewaniu budynków (miks paliwowy w danym państwie). Poziom dopuszczalnej emisji, jaki muszą wypełnić pozostałe sektory objęte non-ETS (przede wszystkim rolnictwo i usługi) w ramach danego państwa ulega zmianie na skutek nałożenia określonej ceny w BRT ETS (i w konsekwencji zachodzących w sektorach transportu drogowego i budynków redukcji emisji). Dlatego, w kolejnym kroku od limitu emisji dla danego państwa w obszarze non-ETS odejmowana jest emisja pozostająca w sektorach objętych BRT ETS. W ten sposób wyznaczamy nowy poziom limitu krajowego dla sektorów pozostających w non-ETS w danym państwie.
34. W konsekwencji przyjętych założeń oddzielnie obliczany jest krańcowy koszt redukcji dla sektorów objętych BRT ETS i non-ETS. Przy czym, koszt redukcji w BRT ETS jest jednakowy we wszystkich państwach członkowskich ponieważ system jest ogólnoeuropejski. W zaimplementowanym scenariuszu NEU nie bierzemy pod uwagę możliwości nałożenia na sektor transportu i budynków dodatkowych opłat wynikających na przykład z przepisów krajowych w danym państwie członkowskim. Opłaty takie mogą zostać wprowadzone, ponieważ sektory te znajdują się nadal w obszarze non-ETS i są objęte krajowymi celami redukcyjnymi.
35. Warto zauważyć, że wyznaczony krańcowy koszt redukcji emisji nie powinien być wprost utożsamiany z ceną rynkową uprawnień do emisji w BRT ETS. Ponieważ nie uwzględniamy szeregu istotnych elementów wpływających na cenę rynkową, takich jak: funkcjonowanie rezerwy MSR, możliwości bankowania uprawnień pomiędzy kolejnymi latami i okresami rozliczeniowymi. Nie uwzględniono też możliwości wykupowania uprawnień przez przedsiębiorstwa celem zaspokojenia przyszłych potrzeb emisyjnych (hedging-u), a także udziału instytucji finansowych, których aktywność w ostatnich latach bardzo wzrosła w systemie EU ETS.
36. Zmiany krańcowych kosztów emisji w BRT ETS są jedynie wynikiem implementacji zakładanego celu redukcyjnego. Koszt redukcji emisji pokazuje sygnał cenowy płynący do sektorów, powodując, że staje się opłacalne wdrażanie różnych technologii

przyczyniających się do transformacji w kierunku niskoemisyjnym ale nie uwzględnia wyżej wspomnianych elementów rynkowych. Zgodnie z uzyskanymi wynikami koszty redukcji w BRT ETS w okresie 2030-2040 rosną 10-krotnie z około 120 do 1290 EUR/tCO₂. Natomiast po 2040 roku ścieżka wzrostu kosztów redukcji w BRT ETS jest łagodniejsza osiągając w 2050 roku poziom ok. 1650 EUR/tCO₂. Jest to związane z upowszechnieniem się technologii niskoemisyjnych w transporcie lądowym, takich jak samochody elektryczne i wzrost wykorzystania wodoru. Początkowo udział w rynku technologii niskoemisyjnych jest niewielki, co powoduje silny wzrost marginalnych kosztów redukcji w okresie 2030-2040.

Wykres 4. Krańcowy koszt redukcji w systemie BRT ETS [EUR/tCO₂]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

4. Scenariusze neutralności klimatycznej

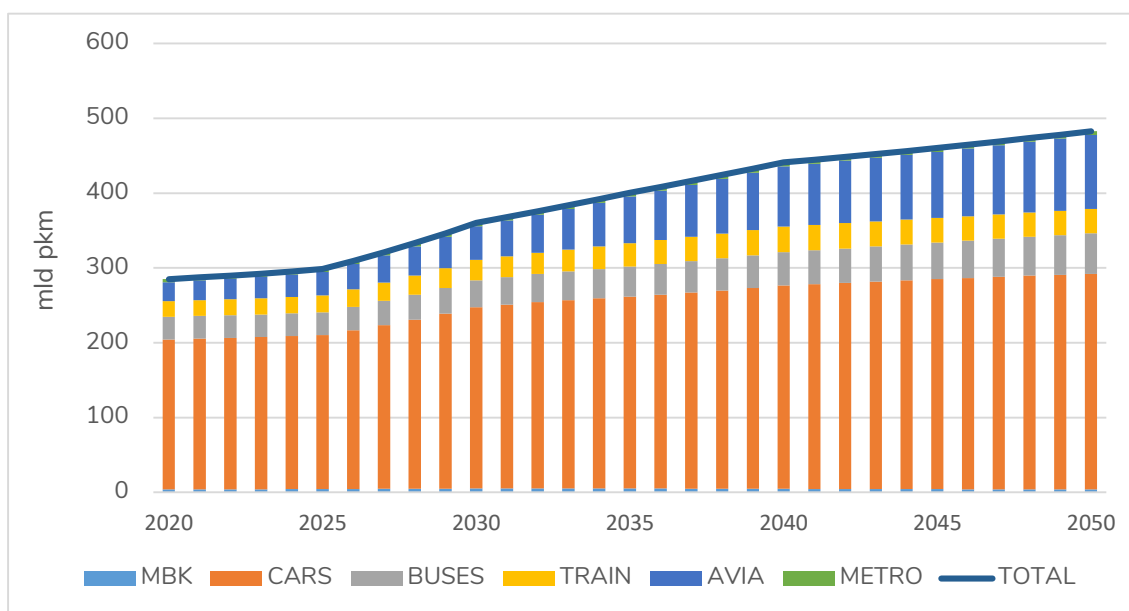
4.1. Wzrost aktywności pasażerskiej w Polsce

37. Zakładany w scenariuszach wzrost aktywności pasażerskiej został ustalony zgodnie ze scenariuszem Primes Reference Scenario 2020⁹. W okresie 2020 – 2050 zakłada się, że aktywność pasażerska w Polsce wzrośnie o ok. 170% z poziomu 300 mld pkm do ok. 500 mld pkm w 2050 r. Taki wzrost aktywności pasażerskiej powinien zostać zaspokojony przez wykorzystanie technologii zeroemisyjnych oraz zwiększenia roli transportu zbiorowego, aby móc zrealizować zakładane cele redukcyjne do 2050 roku.

⁹ Primes Reference Scenario 2020, Final Assumptions, E3-Modelling, Bruksela 2021.

Osiągnięcie celów redukcyjnych powinno odbywać się w sposób zrównoważony. Z jednej strony poprzez zwiększenie kosztów eksploatacji pojazdów ICE i zakaz ich dalszej sprzedaży. Z drugiej zaś, poprzez promowanie publicznych form transportu właściwie zorganizowanych i atrakcyjnych cenowo. Autobusy wprowadzane do floty powinny jak w największym stopniu wykorzystywać energię elektryczną i wodór. Z tego względu istotne jest zapewnienie właściwego mixu energetycznego, który wraz z rosnącym popytem na energie i wodór nie będzie generował dodatkowych emisji CO₂.

Wykres 5. Wzrost aktywności pasażerskiej w latach 2020 – 2050 w Polsce [scenariusz NEU] [mld pkm]

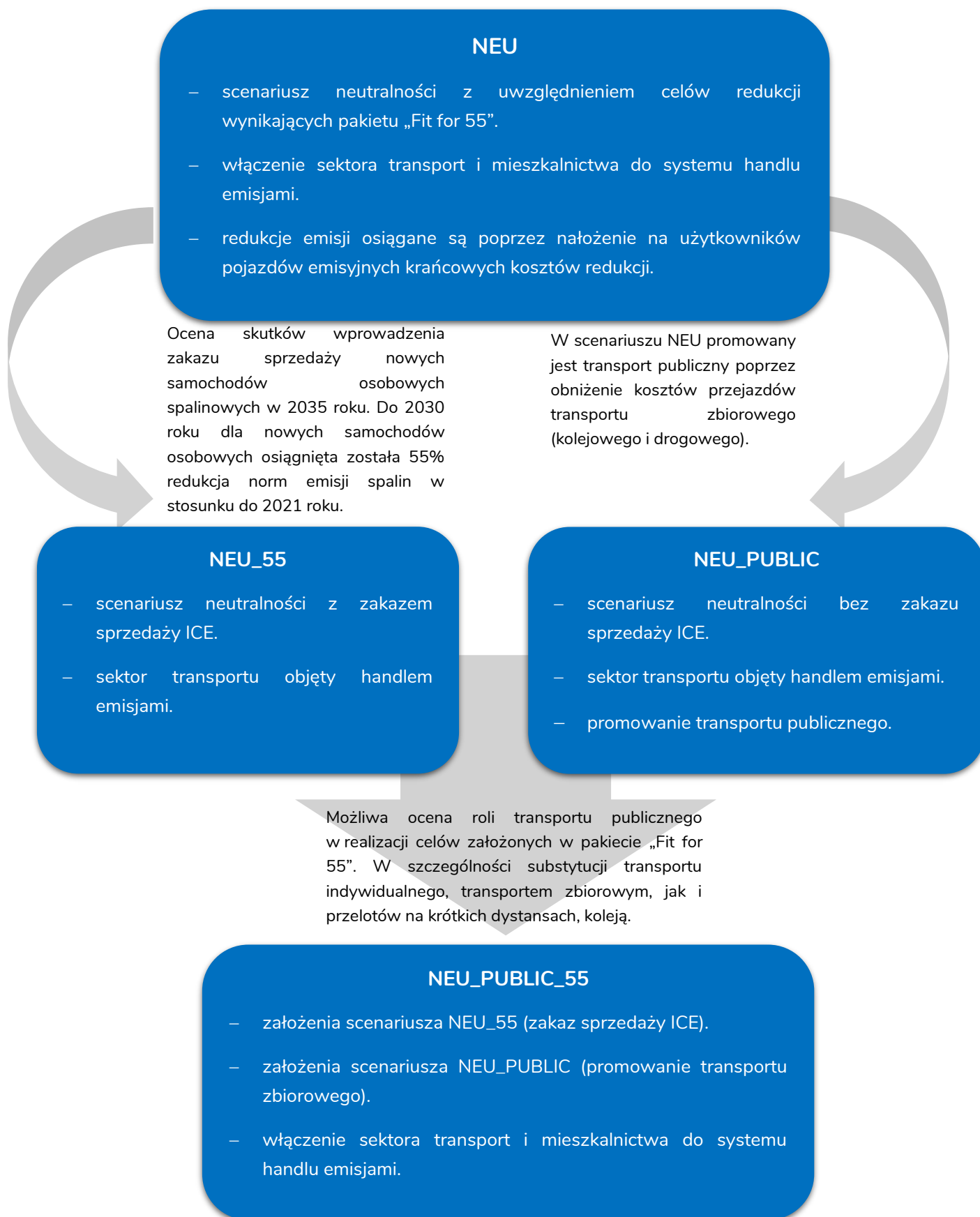


Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

4.2. Założenia scenariuszy

38. W przeprowadzonej analizie zostały rozpatrzone cztery scenariusze analityczne. Podstawowy wariant scenariusza neutralności (NEU), przyjmuje ścieżkę redukcji emisji zgodną z pakietem „Fit for 55” i włączenie sektora transportu do systemu handlu emisjami (BRT ETS). Kolejne scenariusze NEU_55 i NEU_PUBLIC uwzględniają dodatkowe rozwiązania systemowe, które zostały opisane na rysunku 1.

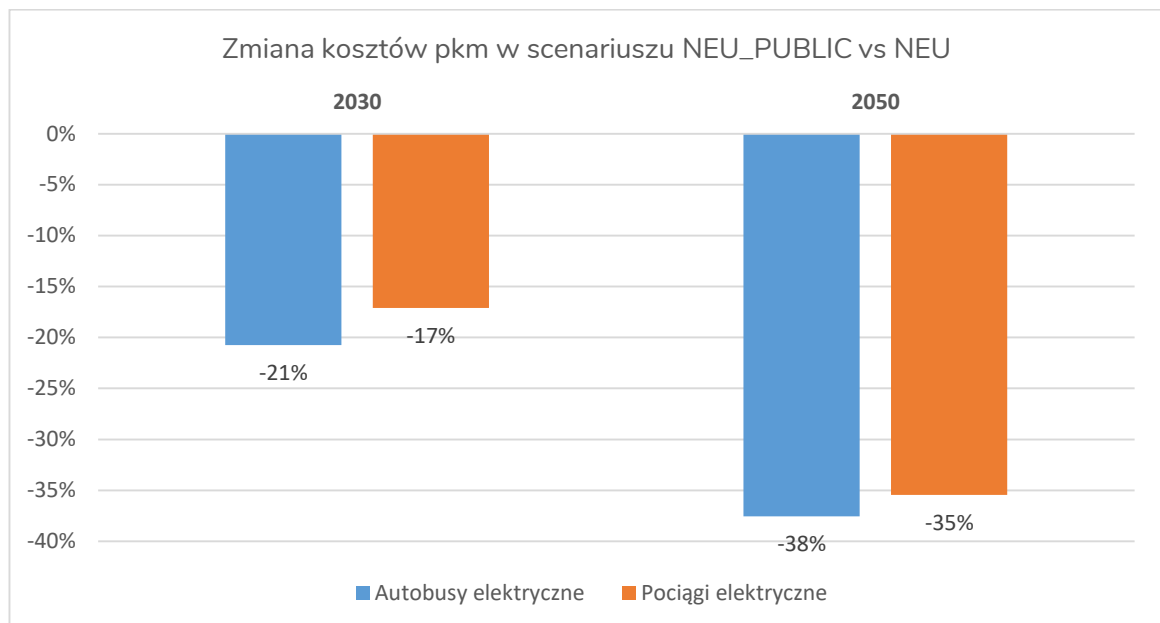
Rysunek 1. Scenariusze neutralności ujęte w analizie



Źródło: pracowanie własne CAKE/KOBiZE

39. Promowanie transportu publicznego zostało zaimplementowane w scenariuszach poprzez obniżenie kosztów transportu zbiorowego. Powoduje to, że konsumenci zmieniają swój wybór dotyczący środka podróży. W modelu TR³E przebiega to wielopłaszczyznowo. Od 2025 r. koszty podróżowania koleją zostają obniżone o ok. 1,5% rocznie, podobnie uśrednione koszty transportu zbiorowego autobusowego. Dla transportu zeroemisyjnego miejskiego (autobusy elektryczne i wodorowe) koszty te zostają obniżone w ramach bezpłatnego transportu miejskiego o ok. 60% (dla całej pracy przewozowej w miastach bez podziału na miasta powyżej 100 tys. mieszkańców). Spadek kosztów na tym poziomie może wynikać z systemu dopłat do zakupu pojazdów zeroemisyjnych, czy niższych kosztów eksploatacji wynikających z użycia energii elektrycznej (np. pochodzącej z OZE). Wrażliwość konsumentów (stopień substytucji) na zmiany kosztów zależy od relacji kosztów transportu zbiorowego a indywidualnego. Na wykresie 6 przedstawione zostały zmiany uśrednionych kosztów transportu w scenariuszu NEU_PUBLIC w stosunku do scenariusza NEU (analogiczne zmiany są w scenariuszu NEU_PUBLIC_55 vs NEU_55) dla wybranych typów środków transportu.

Wykres 6. Obniżenie kosztów transportu publicznego w Polsce [%]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

40. Pod wpływem korzyści finansowych wynikających z korzystania z tańszych przejazdów komunikacją publiczną konsumenci dokonują innego wyboru co do środka transportu (rezygnacja z indywidualnego transportu samochodem) na rzecz transportu zbiorowego – efekt substytucyjny. Drugim efektem obniżenia kosztu transportu zbiorowego jest zmiana zapotrzebowania na pracę przewozową. Spadek kosztów transportu powoduje wzrost aktywności pasażerskiej – efekt dochodowy. Zmiany struktury jak i zapotrzebowania na pracę przewozową zostaną opisane

w następnej części opracowania, natomiast łączne koszty transformacji jakie należy ponieść, aby wpłynąć na zmianę zachowań konsumentów w rozdziale 7.

41. Symulacje zostały przeprowadzone przy wykorzystaniu modelu transportowego TR^{3E}¹⁰. Wyniki modelu TR^{3E} zostały uzyskane przy użyciu połączonych modeli – makroekonomicznego (d-PLACE¹¹) oraz modeli sektorowych – energetycznego (MEESA¹²), transportowego (TR^{3E}) i rolniczego (EPICA¹³). Połączenie modeli zapewnia, że obraz działań zmierzających do redukcji emisji gazów cieplarnianych jest kompleksowy – szacowane zmiany emisji w różnych sektorach gospodarki sumują się do założonych łącznych celów redukcyjnych (zgodnych z pakietem „Fit for 55”), ponadto krańcowe koszty redukcji emisji w poszczególnych sektorach zrównują się. Wymiana informacji pomiędzy modelem TR^{3E}, a modelem równowagi ogólnej i energetycznym przedstawiona jest w tabeli 10 w aneksie raportu.

5. Transformacja transportu zbiorowego w Polsce w scenariuszach neutralności klimatycznej - zmiana aktywności transportowej/preferencji pasażerów

42. W odniesieniu do scenariusza NEU, wprowadzenie zakazu sprzedaży samochodów z silnikami ICE od 2035 (scenariusz NEU_55) nie wpływa na zmianę preferencji konsumentów w wyborze środka transportu. W dalszym ciągu dominuje wykorzystanie samochodów osobowych, co widać we wzroście aktywności w stosunku do scenariusza NEU (Wykres 7). Różnica polega na pogłębieniu wykorzystania technologii zeroemisyjnych (samochody elektryczne i wodorowe).

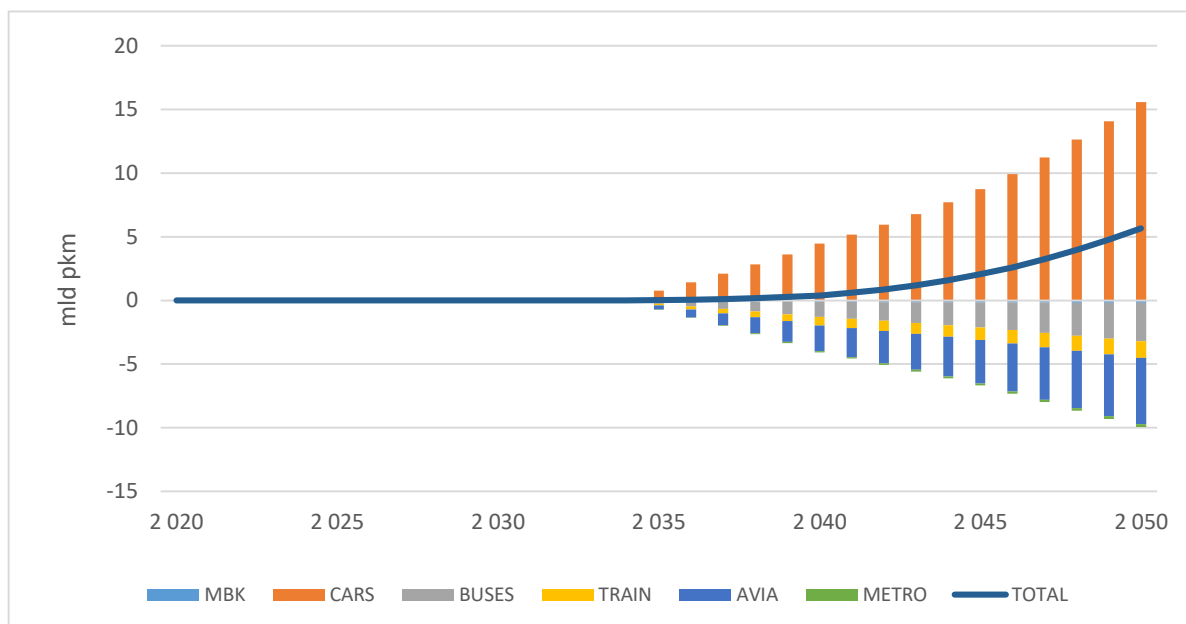
¹⁰ Rabięga, W., Sikora, P., Gąska, J., Gorzałczyński A. (2022). The TR^{3E} Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa

¹¹ Boratyński, J., Pyrka, M., Tobiasz, I., Witajewski-Baltvilks, J., Jeszke, R., Gąska, J., Rabięga, W. (2022). The CGE model d-PLACE, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.

¹² Tatarewicz, I., Lewarski, M., Skwierz, S. (2022). The MEESA Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa

¹³ Wąs, A., Witajewski-Baltvilks, J., Krupin, V., Kobus, P. (2022). The EPICA Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.

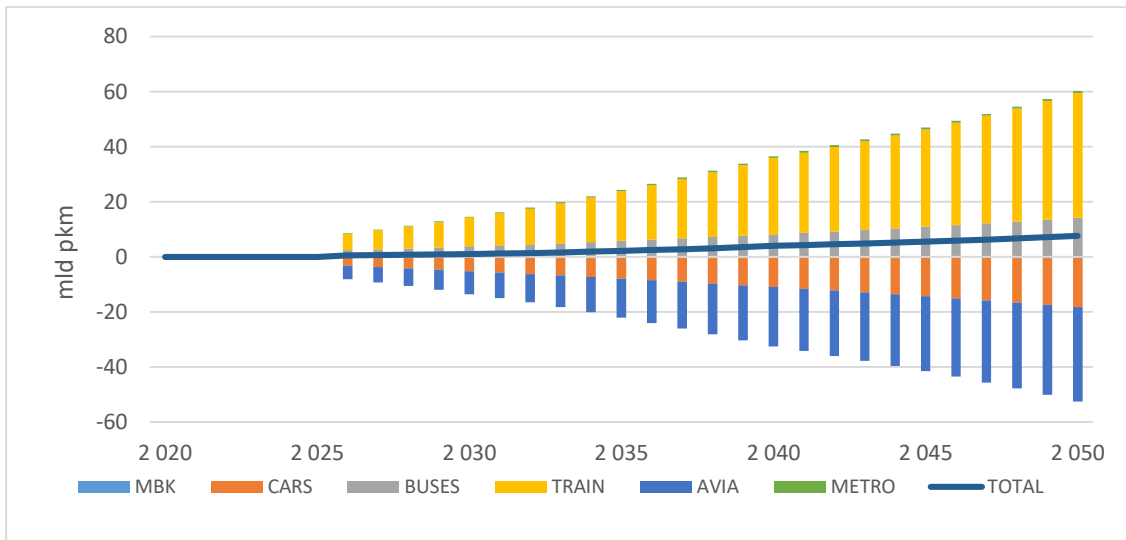
Wykres 7. Zmiana aktywności transportowej w Polsce w latach 2020 – 2050. Scenariusz NEU_55, transport pasażerski – różnice w stosunku do scenariusza NEU [mld pkm]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

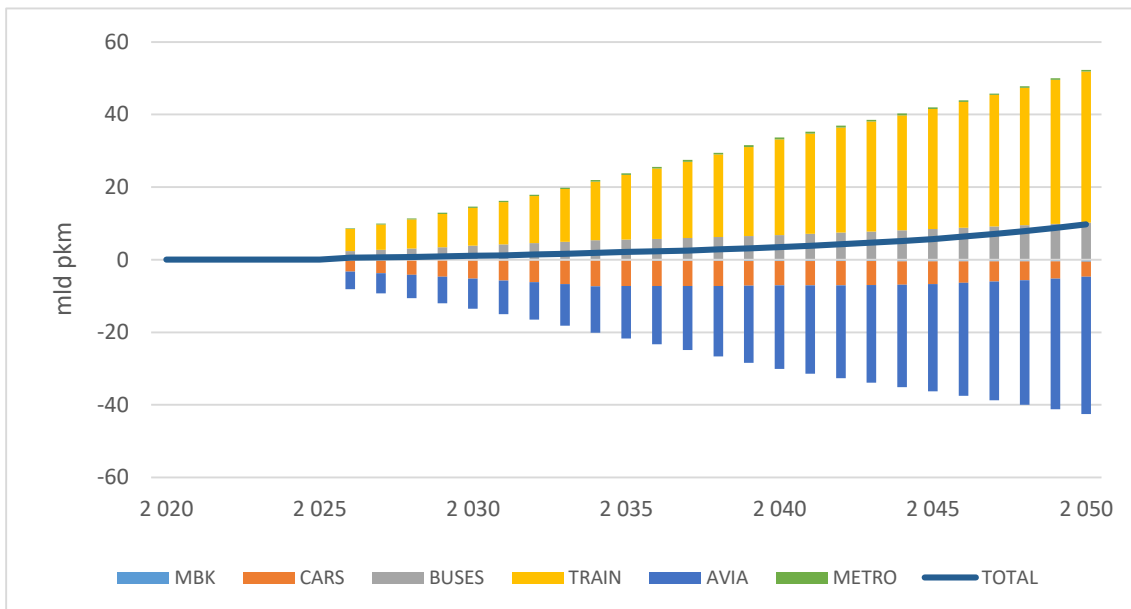
43. Zarówno w scenariuszach NEU_PUBLIC i NEU_PUBLIC_55, widać rosnącą rolę transportu publicznego, szczególnie kolei. Promowanie transportu publicznego w obu scenariuszach powoduje przesunięcie znacznej części aktywności pasażerskiej z transportu indywidualnego (auta osobowe) na transport publiczny. Ponadto, część aktywności związanej z wykorzystaniem samolotów (loty krajowe i wewnątrz UE) zostaje subsydiowana przez kolej.
44. Promocja transportu publicznego oraz zakaz sprzedaży spalinowych samochodów osobowych rozważane w scenariuszu NEU_PUBLIC_55, pozytywnie oddziałują na osiągnięcie założonych celów klimatycznych. Skuteczny i atrakcyjny cenowo transport publiczny wpłynie na zmiany preferencji konsumentów. Wzrost kosztów z tytułu eksploatacji spalinowych samochodów osobowych oraz aktualnie wysokie koszty zakupu pojazdów elektrycznych i wodorowych powinny stymulować do rezygnacji z prywatnych form transportu na korzyść transportu publicznego.

Wykres 8. Zmiana aktywności transportowej w Polsce w latach 2020 – 2050.
Scenariusz NEU_PUBLIC, transport pasażerski – różnice w stosunku do
scenariusza NEU [mld pkm]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Wykres 9. Zmiana aktywności transportowej w Polsce w latach 2020 – 2050.
Scenariusz NEU_PUBLIC_55, transport pasażerski – różnice w stosunku do
scenariusza NEU [mld pkm]

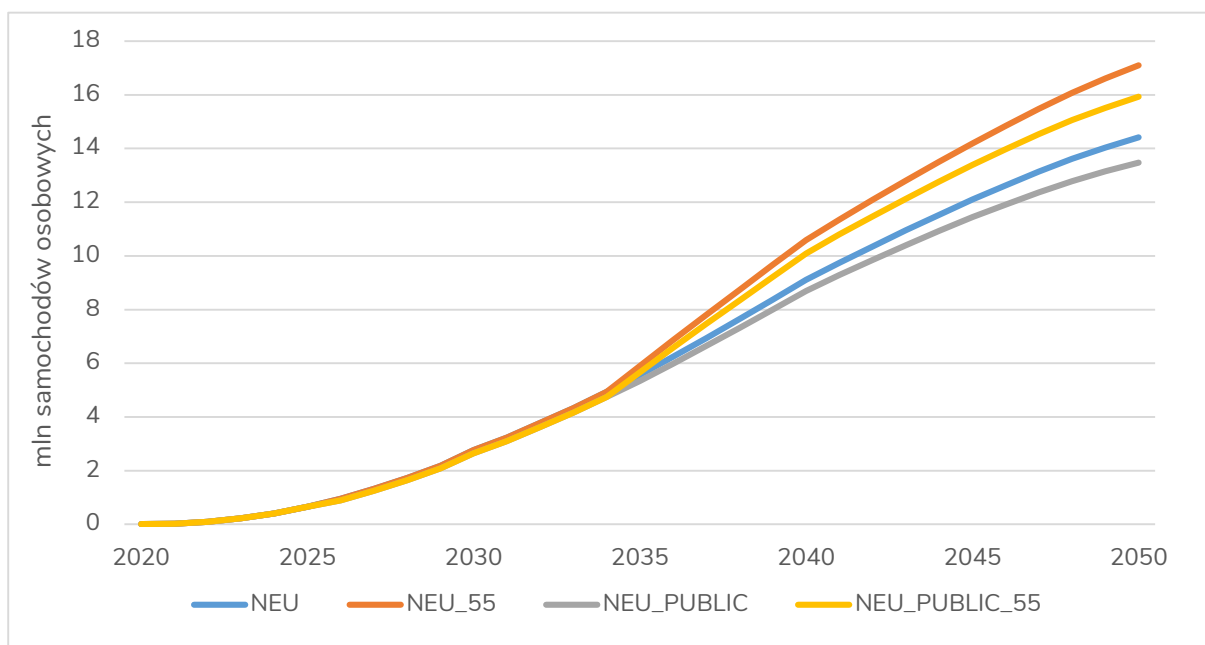


Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

6. Zmiany strukturalne parku samochodów osobowych i pojazdów transportu zbiorowego

45. Nałożenie zakazu na sprzedaż pojazdów spalinowych od 2035 roku powoduje wzrost liczby samochodów elektrycznych w Polsce o ok. 3 mln sztuk w 2050 roku (scenariusz NEU_55 vs. NEU). W ograniczonym stopniu wpłynie to na zmianę preferencji konsumentów do podróżowania – transport indywidualny vs. publiczny. Znaczna liczba pojazdów elektrycznych będzie wymagała dodatkowego rozwoju niezbędnej infrastruktury.
46. Dodatkowym aspektem społecznym zakazu sprzedaży pojazdów spalinowych jest potencjalne ryzyko, w eksploatacji pozostaną „stare” samochody spalinowe. W następstwie średni wiek kurczącej się floty pojazdów spalinowych może być wyższy od istniejącego. Część społeczeństwa ze względu na ograniczone środki finansowe, brak dostatecznej stacji ładowania w obszarach mniej zaludnionych (zurbanizowanych) będzie nadal chętnie używać pojazdy o napędzie konwencjonalnym.

Wykres 10. Liczba samochodów osobowych elektrycznych w Polsce wg scenariuszy neutralności [mln sam.]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

47. W scenariuszach z zakazem sprzedaży pojazdów ICE zmienia się udział samochodów ZEV w parku pojazdów osobowych. Udział ten może zwiększyć się o ok. 10 p. proc. w każdym ze scenariuszy zakładającym zakaz. W 2050 r. udział osobowych samochodów zeroemisyjnych w Polsce może być na poziomie powyżej 85% parku pojazdów.

Wykres 11. Udział zeroemisyjnych samochodów osobowych (ZEV) w Polsce w latach 2030 i 2050 [%].



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

48. W scenariuszach NEU_PUBLIC i NEU_PUBLIC_55 zmieniają się preferencje konsumentów w stosunku do podróży zbiorowych. Zwiększa się liczba pasażerokilometrów, która wynika z tańszych i bardziej dostępnych środków transportu. Łączne obniżenie kosztów (TCO¹⁴ – total costs of ownership)

¹⁴ W modelu TR3E koszty TCO uwzględniają zakup, utrzymanie (naprawy i ubezpieczenie) oraz koszt paliwa (w przeliczeniu na km pokonanej drogi/dystansu). Koszty nie uwzględniają kosztów infrastruktury, stacji ładowania i tankowania.

w aglomeracjach miejskich jest na poziomie 60%, natomiast uśredniony (łącznie) koszt przejazdów autobusowych został obniżony o ok. 32% w roku 2030 i 38% w 2050 r. W przypadku przejazdów kolejowych zaimplementowany w modelu łączny spadek kosztów jest na poziomie 17% w 2030 roku i 35% w 2050 roku. Taki efekt może być osiągnięty w wyniku popularyzacji przejazdów kolejowych, lepszej logistyki przejazdów, większego obłożenia pasażerami istniejących składów czy ich zwiększenia. Dodatkowo obniżenie emisyjności pasażerokilometrów pokonanych koleją może być częściowo finansowane przez samorządy, gdyby uzyskały one środki na zmniejszenie emisji CO₂. Środki te mogłyby pochodzić ze sprzedaży uprawnień w ramach systemu BRT ETS, lub na przykład ze Społecznego Funduszu Klimatycznego.

49. W stosunku do scenariusza NEU, wzrost liczby pasażerokilometrów w Polsce w scenariuszach promujących transport publiczny wynosi 11% w 2030 r. oraz 26% w 2050 r. dla przejazdów autobusami. W przypadku transportu kolejowego zmiany te są znacznie większe i wynoszą odpowiednio 34% w 2030 r. i ok. 120% w 2050 r. Wynika to z możliwości substytucji lotów krajowych i na krótkich dystansach przez przejazdy kolejowe. Ponadto, elektryfikacja i „wodoryzacja” floty autobusów będzie odbywać się w miastach, a ich wykorzystanie będzie dotyczyło głównie przejazdów na krótszych dystansach. Rozwój transportu wykorzystującego autobusy dalekobieżne, które w znacznym stopniu będą wykorzystywać silniki spalinowe (obciążane kosztami związanymi z emisjami CO₂) jest ograniczony.

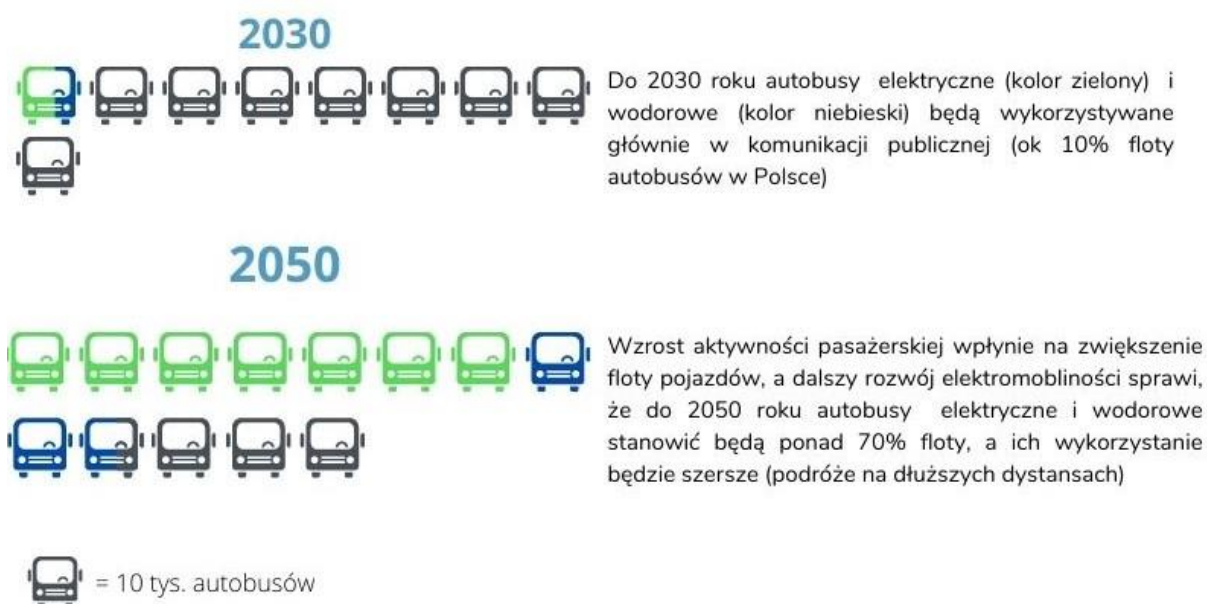
Rysunek 2. Aktywność pasażerska w transporcie zbiorowym (autobusy i kolej) w Polsce wg analizowanych scenariuszy [mld pkm]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

50. Rozwój transportu zbiorowego wiąże się ze wzrostem liczby autobusów, w szczególności elektrycznych i napędzanych wodorem. W scenariuszach promujących transport publicznych (NEU_PUBLIC, NEU_PUBLIC_55) liczba autobusów elektrycznych w 2030 roku będzie na poziomie ok. 6 tys. sztuk tj. o ok. 1 tys. więcej niż w scenariuszach NEU i NEU_55. W 2050 roku flota ta może sięgnąć poziomu ok. 70 tys. sztuk (ok. 27% więcej niż w przypadku scenariuszy nie uwzględniających promowania transportu publicznego). W przypadku autobusów napędzanych wodorem różnice we flocie mogą sięgnąć ok. 6 tys. sztuk (wzrost z 21 do 27 tys.) w 2050 roku. W 2030 roku różnice te są nieznaczne. Odnosząc się do zmian w całej flocie autobusów, promowanie transportu zbiorowego może się przełożyć na wzrost liczby pojazdów o 16% w 2030 roku oraz 28% w 2050 roku w stosunku do scenariuszy NEU i NEU_55.

Rysunek 3. Rozwój floty autobusów w Polsce [scenariusz NEU_PUBLIC_55]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

7. Koszty promowania transportu publicznego w Polsce

51. Aby zmienić wybór konsumentów co do środków transportu należy promować transport publiczny, co wymaga odpowiednich nakładów finansowych. W scenariuszach NEU_PUBLIC oraz NEU_PUBLIC_55 obniżone zostały koszty transportu zbiorowego co jest bodźcem cenowym dla konsumentów (takie zmiany nie zostały wprowadzone w scenariuszach NEU oraz NEU_55). Zmianom (obniżeniu)

podlegały łączne koszty eksploatacji na kilometr dla kolei oraz autobusów po 2025 roku (opisane zostały w pkt. 39-40).

52. Łączne koszty promowania transportu zbiorowego uwzględniają niższe koszty użytkowania w scenariuszach promujących transport zbiorowy. Uwzględniają one pracę przewozową jaką muszą pokonać autobusy oraz pociągi aby zaspokoić popyt konsumentów w scenariuszach NEU_PUBLIC i NEU_PUBLIC_55. Zmianom pod wpływem bodźca cenowego nie ulega tylko struktura przejazdów, ale również łączna praca przewozowa w ramach danego środka transportu (rośnie znacznie rola kolei). Promowanie transportu publicznego będzie wymagało ok. 7 mld EUR dodatkowych nakładów w przypadku kolei i ok. 40 mld EUR w przypadku autobusów. Są to nakłady związane z obniżeniem kosztów przejazdów co bezpośrednio wpływa na cenę biletu dla pasażerów (wybór konsumenta oparty jest nie o poziom kosztów, ale ich relację w stosunku do poziomu wyjściowego). W przypadku transportu miejskiego (drogowego), gdzie koszty podróży zostały w większym stopniu obniżone niż w transporcie pozamiejskim koszty te będą stanowiły ok. 10% nakładów na promowanie transportu autobusami. W okresie 2025 – 2050 średnioroczne nakłady mogą wynieść ok. 0,3 mld EUR w przypadku kolei i 1,6 mld EUR w przypadku autobusów.

53. Koszty ponoszone na rzecz promowania transportu publicznego dotyczyć będą nie tylko obniżenia opłat za przejazd. Dotyczyć będą również niezbędnych inwestycji związanych z transformacją taboru w kierunku zeroemisyjnym, utrzymaniem i zapewnieniem odpowiedniej oferty komunikacyjnej (np. poprzez zwiększenie częstotliwości kursowania autobusów oraz pociągów, długości składów czy obłożenia przejazdów autobusami).

Tabela 2. Skumulowane koszty promowania transportu publicznego w Polsce w okresie 2025 – 2050 (mld EUR) [NEU_PUBLIC vs NEU oraz NEU_PUBLIC_55 vs NEU_55] [mld EUR]

Scenariusz →	Skumulowane koszty (2025 – 2050) (miliardy EUR)		Średnioroczne koszty (2025 – 2050) (miliardy EUR)	
	NEU_PUBLIC	NEU_PUBLIC_55	NEU_PUBLIC	NEU_PUBLIC_55
Kolej	7,1	6,9	0,3	0,3
Autobusy (ogółem)	40,9	39,6	1,6	1,6
Autobusy miejskie	4,5	4,4	0,2	0,2

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

8. Zapotrzebowanie na energię elektryczną i wodór w indywidualnym i zbiorowym transporcie pasażerskim w Polsce

54. W 2030 roku we wszystkich scenariuszach analitycznych zapotrzebowanie na energię elektryczną jest poziomie 7-8 TWh. Wynika to z faktu, że liczba elektrycznych samochodów osobowych i autobusów jest na podobnym poziomie. Zakaz sprzedaży samochodów spalinowych zostaje wprowadzony dopiero w 2035 roku, natomiast zużycie energii elektrycznej przez autobusy jest znacznie niższe niż przez auta osobowe. W 2050 roku zużycie energii elektrycznej w sektorze transportu może sięgnąć poziomu 34 TWh (co zgodnie z naszą projekcją¹⁵ stanowi ok. 10% zapotrzebowania na energię elektryczną). Ponad 75% energii elektrycznej zużywają pojazdy osobowe. Udział zużycia energii elektrycznej przez kolej zwiększa się istotnie w scenariuszach „PUBLIC”. Zapotrzebowanie na pracę przewoźową może wzrosnąć 3krotnie w okresie 2020-2050 w wyniku wzrostu aktywności – konkurencyjne cenowo przejazdy krajowe i międzynarodowe (zastępujące loty krajowe i wewnątrz UE).

Rysunek 4. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w transporcie pasażerskim w Polsce wg analizowanych scenariuszy [TWh]

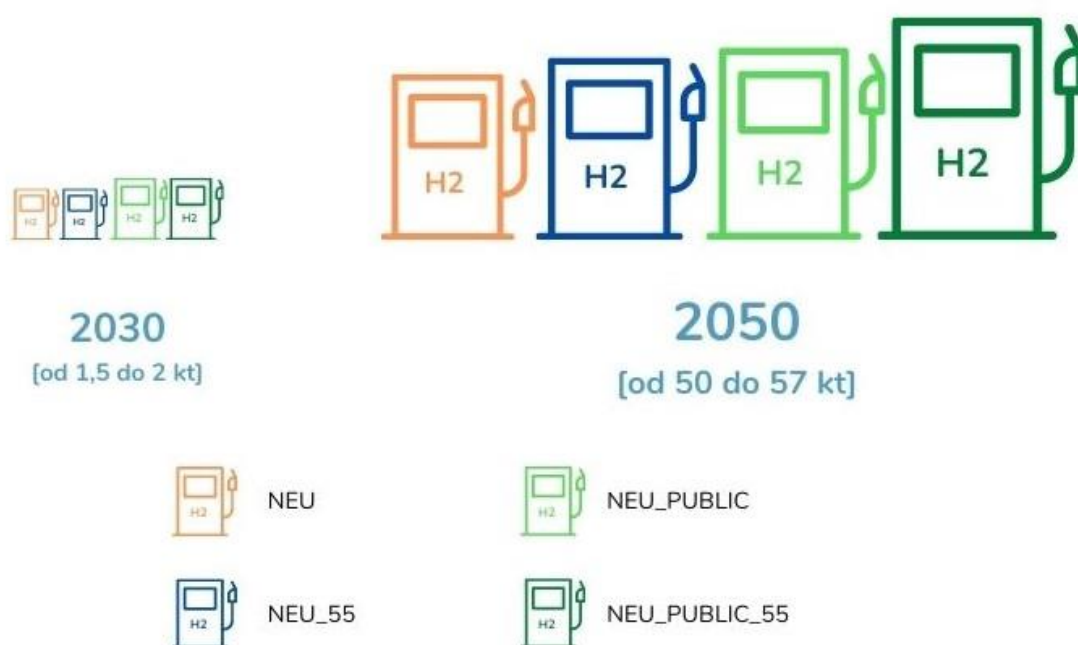


Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

¹⁵ Raport pt.: Polska net-zero 2050 transformacja sektora energetycznego Polski i UE do 2050 roku, KOBiZE/CAKE, czerwiec 2022 r.

55. Początkowo, pojazdy wodorowe będą wykorzystywane głównie w ramach transportu publicznego (autobusy – ok. 2 tys. sztuk we flocie do 2030 roku). W 2030 r. zapotrzebowanie na wodór z tytułu ich eksploatacji wynosić będzie od 1,5 do 1,7 kt. Istotne wykorzystanie technologii wodorowych obserwowane jest po 2035 roku. Zarówno autobusy jak i auta osobowe wykorzystujące wodór są znacznie droższe od pojazdów wykorzystujących energię elektryczną, stąd ich udział będzie niższy. Jednakże, postępujący rozwój technologii wodorowej spowoduje spadek kosztów zakupu, co przełoży się na większe wykorzystanie tych pojazdów w przyszłości. W 2050 r. zapotrzebowanie na wodór w transporcie pasażerskim może wynieść od 50 – 57 kt i będzie dotyczyć w niemal równym stopniu aut osobowych i autobusów.

Rysunek 5. Zapotrzebowanie na wodór w transporcie pasażerskim w Polsce wg analizowanych scenariuszy [kt]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

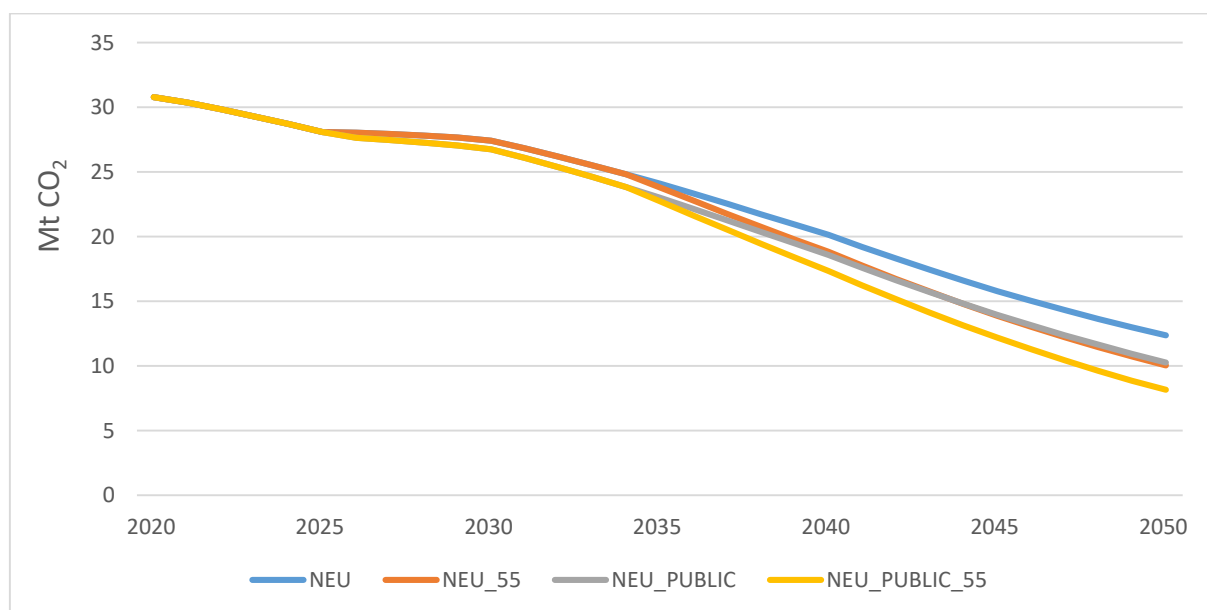
9. Zmiany poziomów emisji dwutlenku węgla

56. W analizowanych scenariuszach neutralności zbadano wpływ dwóch kluczowych działań jak ograniczenie sprzedaży nowych aut spalinowych (zgodnie z pakietem „Fit for 55”) oraz promowanie transportu zbiorowego. Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno wprowadzenie zakazu sprzedaży nowych aut spalinowych (scenariusz NEU_55) jak i promowanie transportu publicznego (scenariusz NEU_PUBLIC) pozwalają na osiągnięcie zbliżonych redukcji CO₂ (ok. 10 Mt w 2050 r.). Biorąc jednak

pod uwagę liczbę elektrycznych aut osobowych uzyskaną w scenariuszu NEU_55 (patrz. pkt 6) wprowadzenie wyłącznie zakazu sprzedaży wydaje się mało efektywne. Z drugiej strony brak rozwiązań po stronie regulacyjnej (jak w scenariuszu NEU_PUBLIC) stwarza ryzyko, że zarówno po stronie konsumentów jak i producentów w dalszym ciągu będą dominować auta z silnikami ICE. Dlatego też, należy przyjąć że optymalne będzie rozwiązanie pośrednie polegające zarówno na wprowadzeniu odpowiednich ograniczeń prawnych w sprzedaży lub produkcji aut spalinowych, jak i promocja transportu publicznego.

57. Jednoczesne wprowadzenie zakazu sprzedaży od 2035 r. i promowanie transportu publicznego może zwiększyć redukcje CO₂. W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 redukcja emisji względem roku 2020 wynosi ok. 74%, a emisje z transportu publicznego są na poziomie ok. 8 Mt w 2050 roku. Głównymi źródłami emisji w transporcie pasażerskim w 2050 będą spalinowe auta osobowe pozostające w użytkowaniu oraz transport lotniczy.

Wykres 12. Zmiany poziomu emisji CO₂ w transporcie pasażerskim w Polsce wg analizowanych scenariuszy [Mt CO₂]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 3. Poziomy emisji i zmiany poziomów emisji w Polsce wg analizowanych scenariuszy w 2030 i 2050 roku w stosunku do roku 2020

		2030	2050
Emisje - transport pasażerski (Mt CO₂)	NEU	27,4	12,4
	NEU_55	27,4	10,1
	NEU_PUBLIC	26,8	10,3
	NEU_PUBLIC_55	26,8	8,2
Zmiana poziomu emisji CO₂ względem 2020 roku - transport pasażerski	NEU	-11%	-60%
	NEU_55	-11%	-67%
	NEU_PUBLIC	-13%	-67%
	NEU_PUBLIC_55	-13%	-74%

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

10. Analiza wariantowa – wysokie ceny paliw ropopochodnych

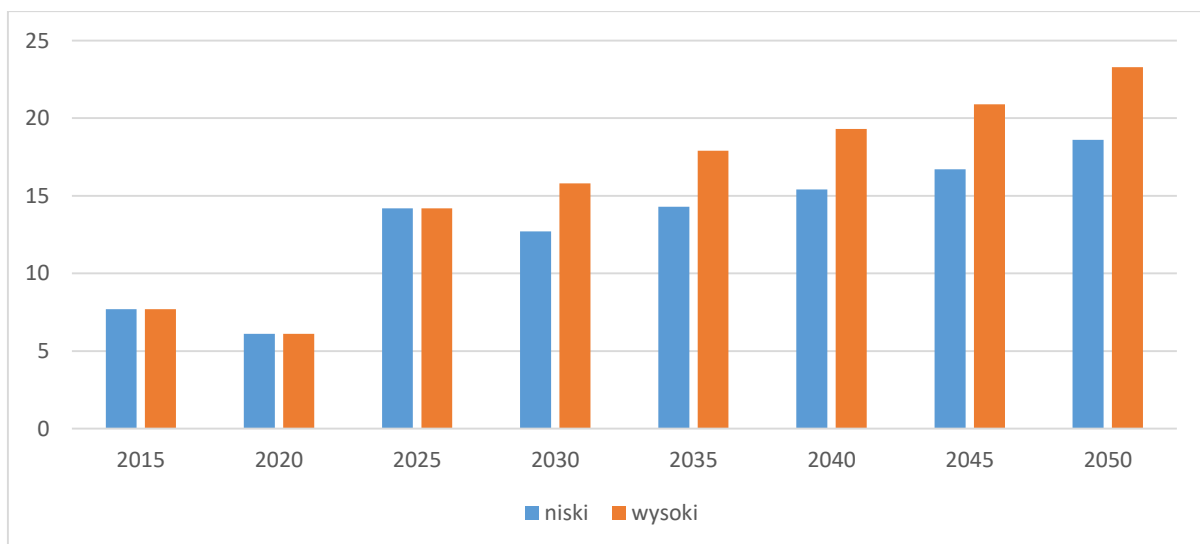
58. Analizowany w raporcie okres obejmuje lata 2020 – 2050, czyli 30 lat działalności zarówno gospodarki Polski jak i gospodarki światowej. Przeprowadzając symulacje o tak odległym horyzoncie czasowym, nie sposób trafnie przewidzieć momentu wystąpienia kryzysów gospodarczych. Ostatnie lata pokazują, że na skutek epidemii takich jak niedawno wywołana przez wirus COVID-19, dochodzi zarówno do tąpnięć gospodarczych oraz istotnych zmian w zakresie aktywności społecznej i ekonomicznej. Zmiany te dotyczą m.in. sposobu funkcjonowania (zarówno gospodarstw domowych jak i firm), preferencji konsumentów, czy np. formy wykonywania pracy zarobkowej i kształcenia (tj. forma zdalna). Z kolei istotne spadki produkcji z tytułu załamania się łańcuchów dostaw i spadki przychodów ze sprzedaży przełożyły się na wzrost cen produktów końcowych w obecnym okresie. W kontekście funkcjonowania gospodarki istotną rolę, szczególnie w najbliższych latach będą odgrywały ceny energii i paliw. Niewątpliwie konflikty międzynarodowe (tj. ostania agresja Rosją na Ukrainę) będą potęgowały istotne wzrosty tych surowców, co w konsekwencji będzie przekładać się na pozostałe obszary gospodarcze poszczególnych krajów.

59. W kontekście dążenia do neutralności klimatycznej wzrost cen paliw ropopochodnych powinien stymulować do wyboru zeroemisyjnych form transportu. Jednakże, w przypadku nagłych szoków, wywołanych przez czynniki losowe, wzrost cen paliw

spowoduje wyłącznie krótkookresowy wzrost kosztów ponoszonych przez użytkowników pojazdów spalinowych. Zakładając, że po ustabilizowaniu się sytuacji ceny wrócą do poprzedniego lub zbliżonego poziomu.

60. W związku z powyższymi uwagami, w ramach wszystkich scenariuszy prezentowanych w analizie zostały przyjęte dwa warianty dla dynamiki cen paliw ropopochodnych. Pierwszy z nich (low_fuel_prices) zakłada wzrost cen paliw ropopochodnych o 50% wyłącznie w 2025 roku w stosunku do poziomu założonego w scenariuszu Primes Reference 2020, a następnie powrót do ścieżki pierwotnej. Drugi wariant (high_fuel_prices) zakłada, podniesienie cen paliw ropopochodnych w 2025 r. o 50% i o 25% w latach 2030 – 2050 (w stosunku do scenariusza Primes Reference 2020).

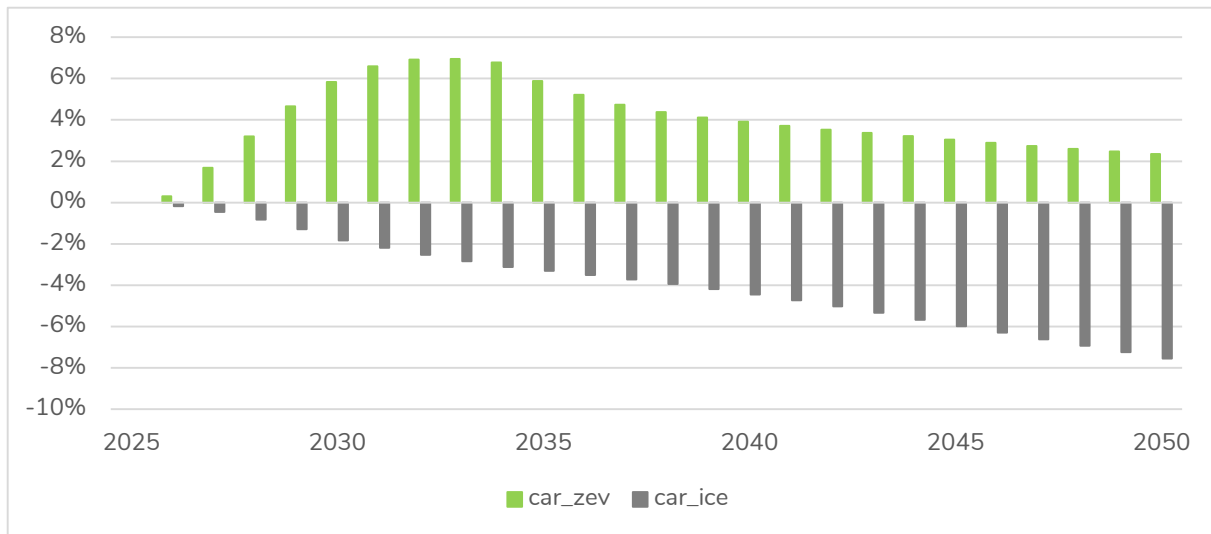
Wykres 13. Ścieżka cen paliw ropopochodnych – wariant niskiego i wysokiego wzrostu [EUR'2015/GJ]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

61. Zmiana poziomu cen paliw ropopochodnych w obu wariantach powinna przełożyć się na różnice w wykorzystaniu pojazdów z silnikami ICE (samochodów osobowych i autobusów). W wyniku wzrostu cen paliw zmiana części aktywności pasażerskiej powinna odzwierciedlić się w większym wykorzystaniu pojazdów zeroemisyjnych oraz przesunięciu z transportu indywidualnego na zbiorowy. W scenariuszu NEU_PUBLIC_55 w wyniku wyższych cen paliw ropopochodnych dochodzi do spadku aktywności samochodów osobowych z silnikami ICE po 2025 roku. Na wykresie 14 widać, że podniesienie cen paliw w okresie 2025 – 2030 dodatkowo stymuluje do większego wykorzystania samochodów zeroemisyjnych (wzrost aktywności o ok. 7% w 2030 w stosunku do wariantu low_fuel_prices).

Wykres 14. Zmiany aktywności pasażerskiej w Polsce (auta osobowe) w wariancie wysokich cen paliw ropopochodnych [scenariusz NEU_PUBLIC_55] [%]



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

11. Programy realizowane w Polsce i na świecie

62. Koncepcja wdrożenia taniego lub bezpłatnego transportu publicznego jest aspektem budzącym zainteresowanie decydentów na całym świecie. Od lat wprowadzane są programy, w różnym stopniu zachęcające do korzystania z transportu publicznego. Dotyczy to zarówno krajów Europejskich, jak również krajów spoza obszarów Europy.

63. Oczywiście, sformułowanie „darmowy transport publiczny” może być niekiedy mylące, z uwagi na fakt, że koszty związane z jego utrzymaniem nie znikają i w dalszym ciągu ponosi je operator finansowany przez samorząd lokalny, którego środki pochodzą w dużej części z podatków. Dlatego większość tego typu rozwiązań, związanych jest z brakiem lub obniżeniem opłat za przejazd, które niejako zmniejszają dochód z tytułu sprzedaży biletów. Co za tym idzie, luka ta pokrywana jest najczęściej przez samorząd.

64. Wyeliminowanie opłat za przejazd wymieniane jest również w pozytywnym aspekcie. Po pierwsze, przychody ze sprzedaży biletów w zależności od miasta i kraju w różnym stopniu rekompensują koszty operacyjne. Po drugie, obsługa kas/automatów biletowych, produkcja kart miejskich i kontrole generują dodatkowe koszty, które mogłyby zostać wyeliminowane.

65. Szeroko dyskutowany aspekt kosztowy nie budzi wątpliwości, jednakże idei darmowego / taniego transportu publicznego przyświecają inne cele. Przede wszystkim, oczekiwane efekty wprowadzenia takich rozwiązań dotyczą:

- redukcji emisji i smogu dzięki przeniesieniu części aktywności pasażerskiej z prywatnych form transportu (auta osobowe) na transport publiczny.
- ograniczenia intensywnego ruchu i zatłoczenia, szczególnie w dużych ośrodkach miejskich.
- obniżenia barier komunikacyjnych dla mniej zamożnych grup społecznych, prowadzącego do poprawy ich statusu materialnego m.in. dzięki większej mobilności do potencjalnego miejsca pracy.

66. Poniżej zaprezentowano przykłady państw i miast, które zdecydowały się na wprowadzenie braku opłat w transporcie publicznym lub ich znaczną redukcję na określonych zasadach:

Tabela 4. Działania promujące transportu publicznego poza Polską

Państwo	Miasto	Opis
Luksemburg		Od 2020 w całym kraju obowiązuje brak opłat za przejazd autobusami, tramwajami i pociągami (z wyłączeniem 1 klasy)
Holandia		Od 1991 bezpłatny transport publiczny dla studentów
Estonia	Tallin	Od 2013 pierwsza na świecie stolica z systemem bezpłatnego transportu publicznego dla mieszkańców
Portugalia	Cascais	Od 2020 bezpłatny publiczny transport autobusowy dla mieszkańców, studentów i pracowników zarejestrowanych w gminie Cascais.
Niemcy	Augsburg	Od 2020 bezpłatny transport w strefie śródmieścia
Francja	Dunkierka	Od 2018 bezpłatny transport autobusowy łączący miasto z siecią pobliskich miejscowości i stacji kolejowych
USA	Kansas City	Od 2019 pierwsze duże miasto USA, które wdrożyło systemowy program braku opłat za przejazd w autobusach i tramwajach
Indie	New Delhi	Od 2019 darmowe przejazdy metrem i autobusami dla kobiet (ok 9 mln osób objętych programem)
Kanada	Mont-Tremblant	Od 2019 bezpłatny transport bez względu na miejsce zamieszkania

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

67. Efekty tych działań są aktualnie przedmiotem dyskusji i analiz z uwagi na stosunkowo krótki okres ich działania. Przykład Tallina, gdzie program funkcjonuje już od prawie 9 lat wskazuje, że bezpłatny transport zbiorowy w pierwszych latach zwiększył liczbę podróżujących pasażerów, ale w niewielkim stopniu ograniczył podróże samochodem osobowym. Mimo to, program oceniany jest pozytywnie i przełożył się na wprowadzenie bezpłatnych przejazdów autobusami w 15 regionach Estonii. W przypadku Luksemburga, jako pierwszego państwa z całkowicie bezpłatnym transportem publicznym (dla rezydentów i nierezydentów) oczekuje się wzrostu liczby użytkowników transportu zbiorowego o 20% w ciągu kolejnych 5 lat.

68. W Polsce już ponad 50 małych i średnich miast zdecydowało się wprowadzanie tego typu rozwiązań.

Tabela 5. Przykłady miast oferujących bezpłatny transportu publicznego w Polsce

Miasto	Opis
Mińsk Mazowiecki	Od 2022 dla wszystkich uczestników bez wyjątków
Chełm	Od 2021 dla wszystkich uczestników bez wyjątków
Bełchatów	Od 2015 dla wszystkich uczestników bez wyjątków
Tomaszów Mazowiecki	Od 2018 bezpłatny transport dla rezydentów miasta (posiadających kartę miejską), osób starszych, niepełnosprawnych oraz w wieku szkolnym.
Pabianice	Brak opłat dla rezydentów miasta (posiadających kartę miejską), posiadaczy aut osobowych (oraz ich towarzyszy) legitymujących się dowodem rejestracyjnym

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

69. Wynika to m.in. z niższego udziału przychodu z tytułu opłat za przejazd niż w przypadku dużych miast (szczególnie miast wojewódzkich). Ponadto, koszty związane z utrzymaniem transportu publicznego w większych miastach są nieporównywalnie wyższe, z uwagi na liczbę obsługiwanych linii oraz dostępne formy transportu miejskiego. Stąd, zupełna rezygnacja z opłat za przejazd w dużych miastach jest trudniejsza do wprowadzenia, aczkolwiek nie niemożliwa.

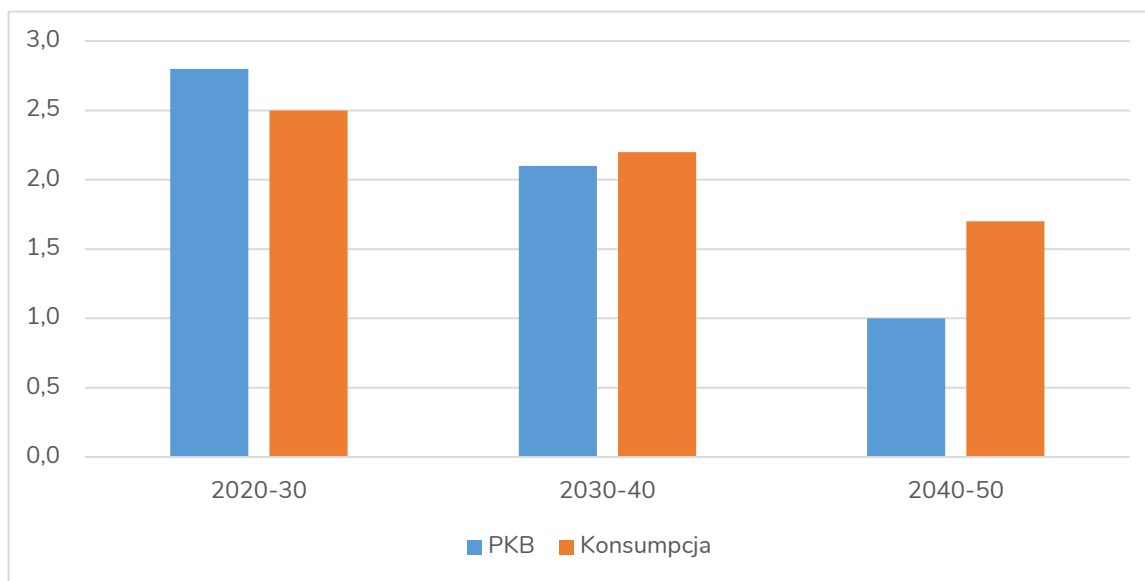
12. Wyniki makroekonomiczne symulacji charakteryzujące gospodarkę Polski

70. Wykorzystanie modelu równowagi ogólnej d-PLACE pozwala uwzględnić w analizie dynamikę podstawowych zmiennych makroekonomicznych. Model generuje projekcje m.in. Produktu Krajowego Brutto (PKB), wielkości konsumpcji gospodarstw domowych oraz krańcowych kosztów redukcji emisji w sektorze non-ETS i BRT ETS.

71. Dynamika PKB w modelu d-PLACE wynika głównie z zewnętrznych projekcji wzrostu gospodarczego (na podstawie EU Reference Scenario 2020). Zakładają one stopniowe spowolnienie wzrostu PKB w Polsce w kolejnych dekadach, niezależnie od prowadzonej polityki energetyczno-klimatycznej. Na założenia te nakładają się efekty zaostrzenia celu redukcji emisji w scenariuszach NEU, dodatkowo spowalniając nieco wzrost PKB. W latach 2030-2040 średnie roczne tempo wzrostu PKB jest o 0,7 punktu procentowego (p.p.) niższe niż w latach 2020-2030 (wykres 15). W ostatniej analizowanej dekadzie tempo wzrostu jest o 1,8 p.p. mniejsze niż w pierwszej dekadzie.

72. Projekcje d-PLACE wskazują również na zmniejszenie tempa wzrostu konsumpcji gospodarstw domowych w latach 2030-2040 o średni o 0,3 p.p. rocznie w stosunku do pierwszej dekady (2020-2030). W latach 2040-2050 następuje dalszy spadek tempa wzrostu konsumpcji o ok. 0,5 p.p. rocznie. Spowolnienie wzrostu konsumpcji w ostatniej dekadzie jest mniejsze niż spowolnienie wzrostu PKB, co wiąże się głównie z obniżoną dynamiką inwestycji w tym okresie.

Wykres 15. PKB i konsumpcja gospodarstw domowych w Polsce w scenariuszu NEU, średnie roczne stopy wzrostu [w %]

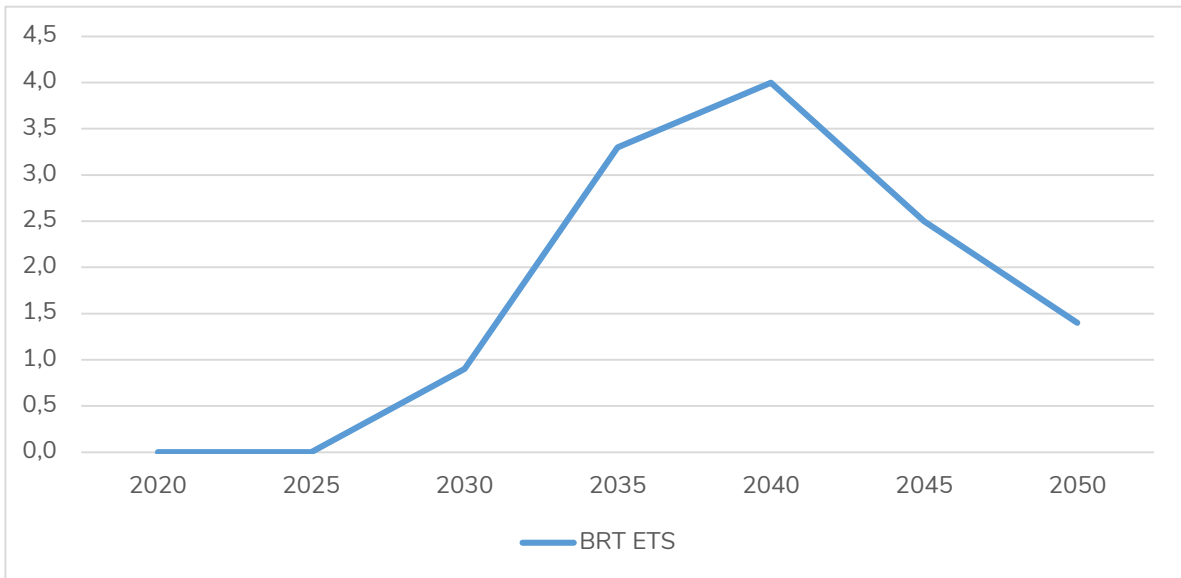


Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

73. Kolejną istotną zmienną są szacowane wpływy z opłat za emisje. Obecnie państwo uzyskuje przychody ze sprzedaży uprawnień w systemie EU ETS. To właśnie te opłaty wymuszają głębsze redukcje emisji. Aby wymusić redukcje w sektorach nieobjętych systemem EU ETS przyjęto, że emisje będą objęte opłatą, której poziom dostosowuje się tak, aby uzyskać dany poziom redukcji. W analizowanych scenariuszach przyjęto osobną opłatę dla sektorów komunalno-bytowego i transportowego (BRT) oraz pozostałych sektorów, tj. sektorów nieuwzględnionych ani w EU ETS ani w BRT. We wszystkich przypadkach wielkość opłat szacowana w modelu jest równa krańcowym kosztom redukcji emisji w danym sektorze.

74. Szacunkowe opłaty za emisje w systemie BRT ETS stanowią znaczące źródło przychodu dla budżetu państwa. Zgodnie z przyjętym założeniem przychód ten mógłby być przeznaczony na transfery do gospodarstw domowych oraz kompensować wzrost cen energii elektrycznej oraz paliw. Symulacje na modelu d-PLACE wskazują, że przychody z opłat w systemie BRT ETS rosłyby szybko, osiągając w 2040 roku szczyt na poziomie 4% PKB. Natomiast w latach 2040-2050 przychody w relacji do PKB malałyby ze względu na malejące emisje w gospodarce.

Wykres 15. Przychody z opłat za emisje w Polsce [w % PKB]



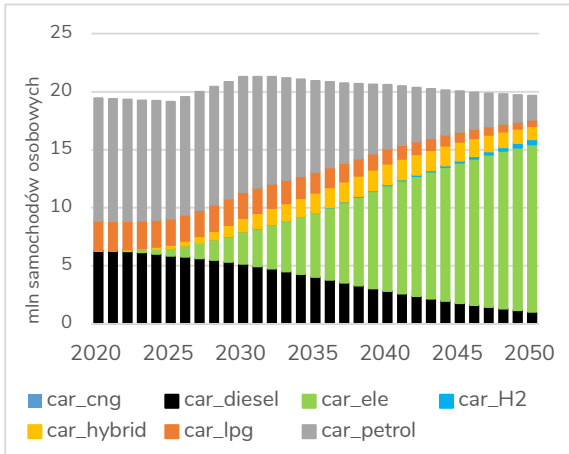
Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Załącznik I

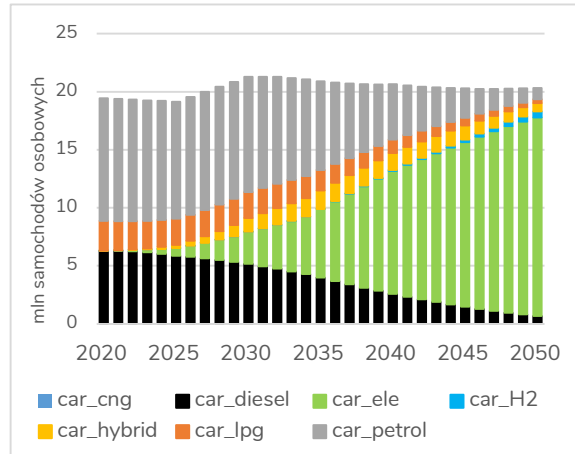
Wyniki szczegółowe scenariuszy

Wykres 16. Struktura parku samochodów osobowych w Polsce w scenariuszach neutralności klimatycznej

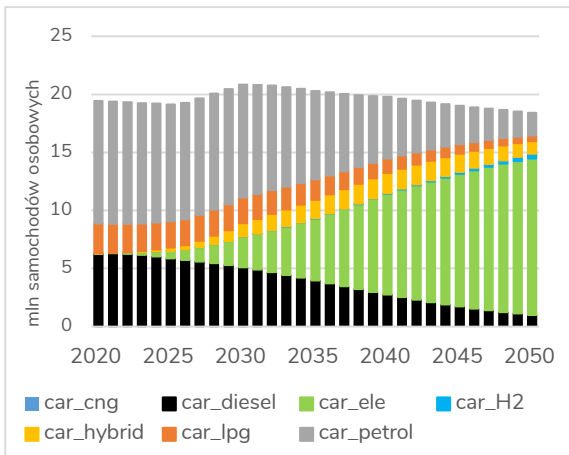
Scenariusz NEU



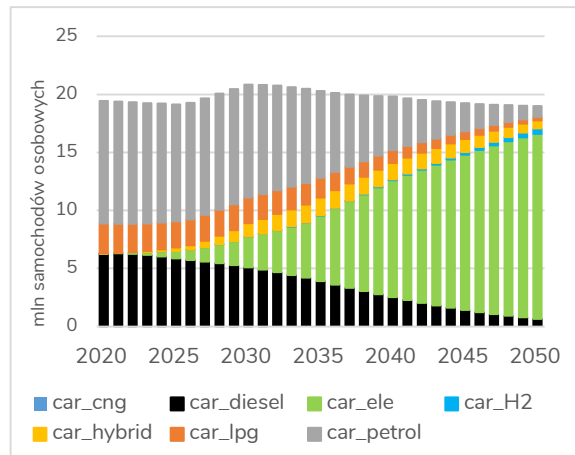
Scenariusz NEU_55



Scenariusz NEU_PUBLIC



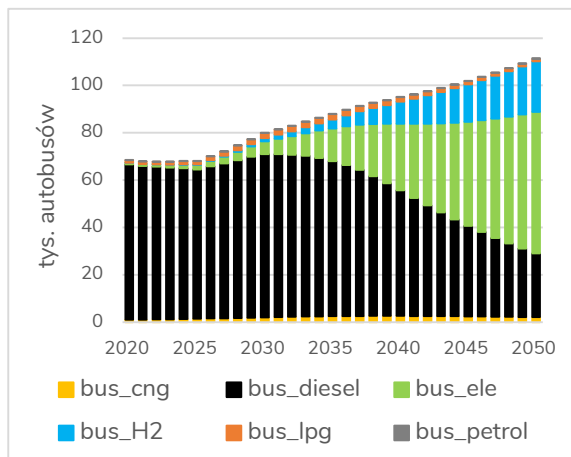
Scenariusz NEU_PUBLIC_55



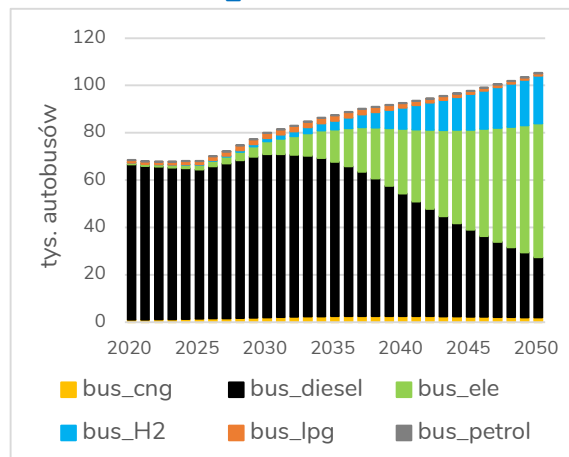
Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Wykres 17. Struktura parku autobusów w Polsce w scenariuszach neutralności klimatycznej

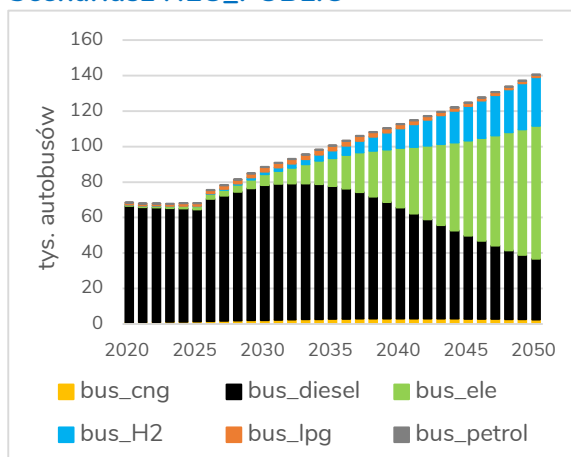
Scenariusz NEU



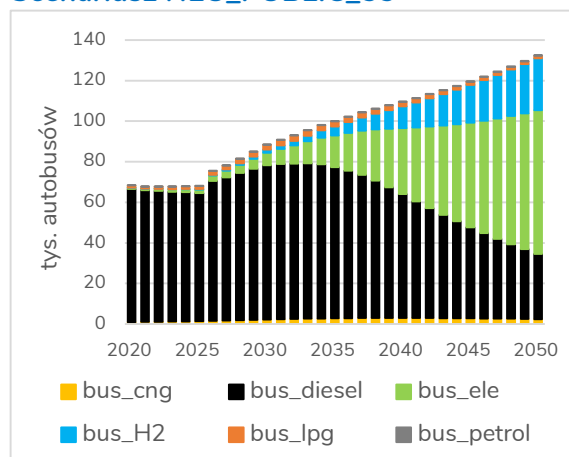
Scenariusz NEU_55



Scenariusz NEU_PUBLIC



Scenariusz NEU_PUBLIC_55



Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 6. Zmiany aktywności pasażerskiej w Polsce wg scenariuszy [mld pkm]

Scenariusz	Rodzaj transportu	2020	2030	2050
NEU	Samochody osobowe	200,4	242,3	288,2
	Autobusy	30,5	35,9	54,2
	Kolej	25,0	31,9	37,5
	Lotnictwo	25,4	45,2	98,8
	Ogółem	281,2	355,3	478,7
NEU_55	Samochody osobowe	200,4	242,3	303,8
	Autobusy	30,5	35,9	51,2
	Kolej	25,0	31,9	36,0

	Lotnictwo	25,4	45,2	93,6
	Ogółem	281,2	355,3	484,6
NEU_PUBLIC	Samochody osobowe	200,4	237,2	270,2
	Autobusy	30,5	39,8	68,4
	Kolej	25,0	42,6	83,6
	Lotnictwo	25,4	36,9	64,5
	Ogółem	281,2	356,5	486,7
NEU_PUBLIC_55	Samochody osobowe	200,4	237,2	284,0
	Autobusy	30,5	39,8	64,5
	Kolej	25,0	42,6	79,6
	Lotnictwo	25,4	36,9	60,9
	Ogółem	281,2	356,5	489,0

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 7. Liczba autobusów w Polsce wg analizowanych scenariuszy [tys.]

Scenariusz	Rodzaj transportu	2020	2030	2050
NEU	ELEKTRYCZNE	0,7	5,4	59,7
	WODOROWE	0,0	1,4	21,5
	ICE	67,6	73,2	30,3
	Ogółem	68,4	79,9	111,5
NEU_55	ELEKTRYCZNE	0,7	5,4	56,5
	WODOROWE	0,0	1,4	20,2
	ICE	67,6	73,2	28,6
	Ogółem	68,4	79,9	105,3
NEU_PUBLIC	ELEKTRYCZNE	0,7	6,1	74,9
	WODOROWE	0,0	1,5	27,4
	ICE	67,6	80,8	38,4
	Ogółem	68,4	88,4	140,7
NEU_PUBLIC_55	ELEKTRYCZNE	0,7	6,1	70,8
	WODOROWE	0,0	1,5	25,7
	ICE	67,6	80,8	36,1
	Ogółem	68,4	88,4	132,6

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 8. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w transporcie indywidualnym i zbiorowym w Polsce [TWh]

Scenariusz	Rodzaj transportu	2020	2030	2050
NEU	Samochody osobowe	0,0	4,4	23,7
	Autobusy	0,0	0,1	1,5
	Kolej	2,1	2,6	2,8
	Ogółem	2,2	7,1	28,0
NEU_55	Samochody osobowe	0,0	4,4	28,1
	Autobusy	0,0	0,1	1,4
	Kolej	2,1	2,6	2,7
	Ogółem	2,2	7,1	32,2
NEU_PUBLIC	Samochody osobowe	0,0	4,2	22,2
	Autobusy	0,0	0,2	1,9
	Kolej	2,1	3,5	6,3
	Ogółem	2,2	7,9	30,4
NEU_PUBLIC_55	Samochody osobowe	0,0	4,2	26,2
	Autobusy	0,0	0,2	1,8
	Kolej	2,1	3,5	6,0
	Ogółem	2,2	7,9	34,0

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 9. Zapotrzebowanie na wodór w drogowym transporcie pasażerskim w Polsce [kt]

Scenariusz	Rodzaj transportu	2020	2030	2050
NEU	Samochody osobowe	0,0	0,0	26,2
	Autobusy	0,0	1,5	23,2
	Ogółem	0,0	1,5	49,4
NEU_55	Samochody osobowe	0,0	0,0	31,3
	Autobusy	0,0	1,5	21,8
	Ogółem	0,0	1,5	53,1
NEU_PUBLIC	Samochody osobowe	0,0	0,0	24,0
	Autobusy	0,0	1,6	29,6
	Ogółem	0,0	1,7	53,6
NEU_PUBLIC_55	Samochody osobowe	0,0	0,0	28,6
	Autobusy	0,0	1,6	27,7
	Ogółem	0,0	1,7	56,3

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Załącznik II

Założenia scenariuszy i wymiana danych pomiędzy modelami

Tabela 10. Złożenia scenariuszy analitycznych

Scenariusz	Opis
NEU	<ul style="list-style-type: none"> • scenariusz neutralności klimatycznej zakładającą redukcję wynikającą z pakietu „Fit for 55” bez wprowadzenia zakazu sprzedaży pojazdów ICE od 2035 r. • włączenie sektora transportu do systemu handlu emisjami (BRT ETS)*
NEU_55	<ul style="list-style-type: none"> • scenariusz wdrożenia legislacji zakładającej znaczne redukcje średnich emisyjności nowych pojazdów do 2030 roku o 55% w stosunku do poziomu z 2021 r. • zakaz sprzedaży samochodów osobowych i LDV z silnikami ICE od 2035 roku
NEU_PUBLIC	<ul style="list-style-type: none"> • promocja i rozwój transportu zbiorowego autobusy, kolej, metro, tramwaje • obniżenie kosztów TCO dla transportu zbiorowego • scenariusz nie zawiera wprowadzenia zakazu sprzedaży samochodów osobowych i LDV z silnikami ICE od 2035 roku
NEU_PUBLIC_55	<ul style="list-style-type: none"> • założenia scenariuszy NEU_55 i NEU_PUBLIC

*włączenie sektora transportu do systemu handlu emisjami obejmuje wszystkie scenariusze analityczne

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Tabela 11. Wymiana informacji pomiędzy modelami TR3E – d-Place - MEESA

Z modelu do modelu	Dane
TR3E -> MEESA	<ul style="list-style-type: none"> • Zapotrzebowanie na energię elektryczną. • Zapotrzebowanie na H2. • Zużycie paliw ropopochodnych.
MEESA -> d-Place -> TR3E	<ul style="list-style-type: none"> • Ceny energii elektrycznej. • Ceny H2. • Ceny paliw ropopochodnych (oil). • Cena BRT ETS (d-Place). • Dynamika PKB (d-Place).

Źródło: Opracowanie własne CAKE/KOBiZE

Bibliografia

1. Boratyński, J., Pyrka, M., Tobiasz, I., Witajewski-Baltvilks, J., Jeszke, R., Gąska, J., Rabięga, W. (2022). The CGE model d-PLACE, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.
2. EU reference scenario 2020 Energy, transport and GHG emissions : trends to 2050. Komisja Europejska, Bruksela 2021.
3. Global Energy and Climate Outlook 2020: Energy, Greenhouse gas and Air pollutant emissions balances. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/1750427d-afd9-4a10-8c54-440e764499e4>, Komisja Europejska, Joint Research Centre, 2020.
4. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO2 emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52021PC0556> , Komisja Europejska, Bruksela 2021
5. Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, Warszawa 2021
6. Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 r., Warszawa 2021
7. NFOŚiGW „Zielony Transport Publiczny” <https://www.gov.pl/web/nfosigw/zielony-transport-publiczny-faza-i-2021> [dostęp 2022-03-31]
8. Primes Reference Scenario 2020, Final Assumptions, E3-Modelling, Bruksela 2021.
9. PPSA, PZPM „Licznik elektromobilności” <https://pspa.com.pl/research/licznik-elektromobilnosci/> [dostęp 09.06.2022]
10. Pyrka, M., Jeszke, R., Boratyński, J., Tatarewicz, I., Witajewski-Baltvilks, J., Rabięga, W., Wąs, A., Kobus, P., Lewarski, M., Skwierz, S., Gorzałczyński, A., Tobiasz, I., Rosłaniec, M., Cygler, M., Sekuła, M., Krupin, V. (2021). Polska net-zero 2050: Mapa drogowa osiągnięcia wspólnotowych celów polityki klimatycznej dla Polski w 2050 r. Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy / Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.

11. Rabiega, W., Sikora, P., Gąska, J., Gorzałczyński A. (2022). The TR3E Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.
12. Tatarewicz, I., Lewarski, M., Skwierz, S. (2022). The MEESA Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.
13. Wąs, A., Witajewski-Baltvilks, J., Krupin, V., Kobus, P. (2022). The EPICA Model, ver. 2.0, Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy/Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), Warszawa.