

Napędzamy polską przyszłość

Perspektywy elektryfikacji samochodów
dostawczych i ciężarowych w Polsce



Fundacja Promocji
Pojazdów Elektrycznych



Warszawa, październik 2021

Perspektywy elektryfikacji samochodów dostawczych i ciężarowych w Polsce

Autor:

Rafał Bajczuk, Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych, Senior Policy Analyst

Współpraca merytoryczna:

Marcin Korolec, Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych, Prezes

Jacek Mizak, Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych, Senior Policy Analyst



Podziękowania dla członków Komitetu sterującego

Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych dziękuje członkom Komitetu Sterującego, którzy przyczynili się do powstania Raportu. Członkowie Komitetu Sterującego reprezentowali następujące instytucje:

- Amazon, Anna Papka, Piotr Szymański
- IKEA, Maciej Krzyczkowski
- Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami
- Krajowy Ośrodek Zmian Klimatu, Alicja Pawłowska-Piorun
- MAN Trucks, Marc Martinez
- Ministerstwo Infrastruktury, Sławomir Lewandowski, Adrian Mazur, Andrzej Siemiński
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Szymon Byliński
- No Limit Logistics, Grzegorz Ejchart
- PKN Orlen, Adam Czyżewski, Paweł Łuszcz
- Polskie Sieci Elektroenergetyczne, Artur Kopijkowski-Gożuch, Eryk Kłossowski,
- Scania Polska, Wojciech Rowiński
- Transport i Logistyka Polska, Maciej Wroński
- Volvo Polska, Marek Gawroński, Piotr Werner



Podziękowania dla krajowego partnera badawczego

Członkowie Komitetu Sterującego brali udział w pracach nad przygotowaniem niniejszego Raportu na zasadzie eksperckiej. Podzielali oni cel ustanowienia konstruktywnej i przejrzystej wymiany poglądów na temat technicznych, ekonomicznych i środowiskowych aspektów związanych z rozwojem technologii dla samochodów dostawczych i ciężarowych. Każdy z członków wniósł swoją wiedzę i wizję w tych zagadnieniach. Informacje i wnioski zawarte w niniejszym raporcie odzwierciedlają te wkłady, ale nie przedstawiają oficjalnych stanowisk firm i instytucji reprezentowanych w Komitecie Sterującym.

Chcemy także podziękować Krajowemu Ośrodkowi Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), który w projekcie pełnił rolę krajowego partnera badawczego. Rolą partnera badawczego była weryfikacja założeń badawczych i pomoc w zbieraniu danych oraz weryfikacja danych wejściowych do modelu, jak i konsultacja raportu technicznego oraz niniejszego raportu.

W skład zespołu KOBiZE weszli:

Robert Jeszke, Artur Gorzałczyński, Michał Lewarski, Wojciech Rabiega
Magdalena Zimakowska-Laskowska

Raport jest podsumowaniem zadania analitycznego zrealizowanego przez Cambridge Econometrics pt. Potential Options and Technology Pathways for Delivering Zero-Carbon Freight in Poland. Pełny tekst raportu technicznego w języku angielskim dostępny jest na stronie www.camecon.com

Autorzy Raportu Technicznego:

Cambridge Econometrics:
Matteo Caspani, Senior Economist
Aron Hartving, Senior Economist
Jon Stenning, Associate Director

Koordynatorem projektu w Europie była organizacja Transport & Environment.

Projekt został sfinansowany ze środków European Climate Foundation.

Kopiowanie i rozpowszechnianie może być dokonane za podaniem źródła.

© Copyright by FPPE, Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych, Warszawa, 2021

Spis treści

Wstęp	4
Wnioski z raportu	5
Rekomendacje	6
Polityka Unii Europejskiej	8
Sektor transportu drogowego w Polsce	10
Metodologia badania	11
Scenariusze wdrażania technologii	12
Analiza całkowitego kosztu posiadania (TCO)	15
Korzyści środowiskowe	17
Infrastruktura	20



Wstęp

Celem raportu „Napędzamy polską przyszłość - perspektywa elektryfikacji transportu ciężarowego w Polsce” jest próba udzielenia odpowiedzi na następujące pytania dotyczące perspektywy elektryfikacji towarowego transportu drogowego

1. Jak z czasem zmieni się całkowity koszt posiadania różnych technologii i jaki będzie to miało wpływ na polskich przewoźników?
2. Jakie korzyści środowiskowe przyniesie transformacja sektora towarowego transportu drogowego w Polsce?
3. Jakie są wymagania inwestycyjne w zakresie infrastruktury związane z elektryfikacją towarowego transportu drogowego w Polsce?

Dzięki odpowiedzi na te pytania badawcze, decydenci będą mogli podejmować lepsze decyzje w obszarze dekarbonizacji drogowego transportu towarów. Analiza pokazuje, jakie przewidujemy koszty i korzyści z wybranych technologii zeroemisyjnych w zakresie zakupu pojazdów, kosztów paliwa i eksploatacji, zapotrzebowania i kosztów budowy infrastruktury paliwowej oraz korzyści dla środowiska. Przede wszystkim w związku z potencjalną redukcją emisji CO₂. Analiza obejmuje pojazdy dostawcze o dopuszczalnej masie całkowitej [DMC] <3,5 tony oraz samochody ciężarowe o DMC >3,5 tony.

Obszar drogowego transportu towarów jest dla Polski niezwykle ważny. Transport i logistyka to jeden z najważniejszych segmentów polskiej gospodarki. Polska posiada największą liczbę zarejestrowanych samochodów ciężarowych w Unii Europejskiej, a nasze firmy transportowe mają najwyższy udział w międzynarodowych przewozach towarowych w Unii Europejskiej, sięgający 30%. Koszt energii elektrycznej dla samochodów elektrycznych jest znacząco niższy od kosztu tradycyjnego paliwa. Równocześnie koszt zakupu pojazdu elektrycznego jest znacząco wyższy od kosztu zakupu pojazdu z silnikiem spalinowym, dlatego proaktywna polityka państwa w zakresie elektryfikacji transportu drogowego towarów jest niezbędna do utrzymania obecnej pozycji Polski w transporcie międzynarodowym przy jednoczesnym znaczącym obniżeniu poziomu emisji gazów cieplarnianych. Samochody dostawcze i ciężarowe mają wyższe roczne przebiegi niż samochody osobowe i wyższe

emisje jednostkowe. Elektryfikacja tego sektora pozwoli na znaczną redukcję emisji CO₂ z transportu. Dekarbonizacja transportu drogowego przyczyni się także do rozwiązania problemu związanego z wysokim zanieczyszczeniem powietrza. Zanieczyszczenia liniowe generowane przez transport, zwłaszcza w miastach i obszarach zabudowanych, mają negatywny wpływ na stan zdrowia obywateli i obywateli. Działania mające na celu redukcję emisji zarówno gazów cieplarnianych, jak też innych zanieczyszczeń, są zatem w żywotnym interesie społecznym.



Wnioski z raportu

- Na potrzeby analizy kosztów i korzyści z rozwoju technologii zeroemisyjnych samochodów dostawczych i ciężarowych stworzono trzy scenariusze rozwoju technologii:
 - scenariusz TECH-BEV, zakładający dominację technologii bateryjnej zarówno w segmencie pojazdów dostawczych, jak też ciężarowych;
 - Scenariusz TECH-ERS zakładający szerokie wykorzystanie systemów dróg elektrycznych [z ang. *electric road system*] w segmencie pojazdów dostawczych;
 - Scenariusz TECH-FCEV, gdzie wodorowy, gdzie zakłada się dominację technologii wodorowej dla segmentu pojazdów ciężarowych i bateryjnej w segmencie pojazdów dostawczych.

Trzy scenariusze posłużyły do porównania dynamiki wymiany floty na pojazdy zeroemisyjne oraz tempa redukcji emisji gazów cieplarnianych.

- Technologia pojazdów bateryjnych okazuje się najtańszą dostępną technologią. Zarówno w przypadku samochodów dostawczych, jak i ciężarowych, całkowity koszt posiadania [TCO] będzie niższy niż TCO samochodów konwencjonalnych już w 2025 roku.
- Pojazdy wodorowe w żadnym segmencie nie osiągną większej konkurencyjności niż pojazdy bateryjne, mimo przyjętego założenia spadku kosztów zakupu ogniw wodorowych i spadku kosztów wytwarzania wodoru.
- W odniesieniu do przewidywanych kosztów rozwoju infrastruktury ładowania i tankowania, technologia bateryjna okazuje się również najbardziej konkurencyjna. Oferuje niższe koszty budowy infrastruktury ładowania, niż w przypadku technologii wodorowych [stacje tankowania wodoru] oraz najmniejsze zapotrzebowanie na energię.
- Skumulowane koszty inwestycji w infrastrukturę do 2050 roku w scenariuszu dominacji technologii wodorowej wyniosą 20 mld euro, w scenariuszu dominacji technologii bateryjnej 19 mld euro, a w scenariuszu dominacji technologii systemów dróg elektrycznych 17,4 mld euro.

- Wdrożenie pojazdów zeroemisyjnych w drogowym transporcie towarów przyczyni się zarówno do radykalnej redukcji emisji CO₂ z tego sektora (aż o 81% do 2050 roku), jak i emisji innych zanieczyszczeń, przede wszystkim tlenków azotu i pyłów zawieszonych.

- Największą skumulowaną redukcję emisji CO₂, licząc w całym cyklu pozyskiwania i zużycia paliwa [ang. *well-to-wheel*], uzyskamy w scenariuszu, gdzie dominować będzie technologia bateryjna. Niższe redukcje osiągane są w scenariuszu dominacji technologii elektrycznych systemów drogowych, a najniższe w scenariuszu wodorowym. Jest to związane z tym, że pojazdy bateryjne będzie można najszybciej wdrożyć na dużą skalę, a całkowite koszty posiadania pojazdu będą najniższe spośród trzech badanych scenariuszy rozwoju technologii.

- Nawet przy założeniu przyspieszonej elektryfikacji floty, uwzględniającej wycofanie ze sprzedaży samochodów dostawczych z silnikiem spalinowym w 2035 roku i samochodów ciężarowych w 2040 roku, biorąc pod uwagę obecny średni okres użytkowania samochodu ciężarowego w Polsce, sektor transportu drogowego w Polsce nie osiągnie celu neutralności klimatycznej w 2050 roku.



Rekomendacje

Polska ma obecnie największą flotę samochodów ciężarowych oraz szóstą flotę samochodów dostawczych w całej Unii Europejskiej. Polskie firmy dominują w międzynarodowych przewozach drogowych w UE, obsługując ok. 30% przewozów. Równocześnie udział transportu drogowego w przewozach towarów i wielkość przewozów ciągle rośnie. W efekcie wzrostu przewozów drogowych, polskie emisje transportowe nadal rosną. W latach 2005 – 2019 wzrost emisji z transportu w Polsce wyniósł niemal 100%, a obecny cel Polski w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku z sektorów nie objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji (tzw. non-ETS), w tym z transportu, wynosi -7% w porównaniu do 2005 roku. Należy pamiętać, że cel ten ulegnie zaostrzeniu w związku z podjęciem decyzji o podwyższeniu celu redukcji do 55% do roku 2030. Promocja zero-emisyjnych pojazdów w transporcie drogowym jest niezbędna do osiągnięcia celu redukcji emisji CO₂.

Główne bariery dla polskich przewoźników w zakupie zeroemisyjnych pojazdów to ich wysoka cena, brak wsparcia w ich zakupie oraz brak infrastruktury do ładowania. Tymczasową barierą jest nadal skromna oferta rynkowa zeroemisyjnych pojazdów dostawczych oraz lekkich i średnich pojazdów ciężarowych oraz całkowity brak na rynku elektrycznych ciężkich samochodów ciężarowych.

Kluczowe rekomendacje dotyczące wsparcia rozwoju nisko- i zeroemisyjnej floty pojazdów ciężarowych i dostawczych w Polsce dotyczą:

1. działań na rzecz zrównania całkowitego kosztu posiadania (TCO) samochodów nisko- i zeroemisyjnych z samochodami spalinowymi;
2. działań na rzecz rozwoju infrastruktury do ładowania;
3. działań w zakresie polityki przemysłowej i badawczo-rozwojowej;
4. działania w zakresie polityki klimatycznej.

Rekomendacje w zakresie przyspieszenia zrównania całkowitego kosztu posiadania (TCO) samochodów nisko- i zeroemisyjnych z samochodami spalinowymi.

1. Wprowadzenie technologicznie neutralnego systemu wsparcia bezpośredniego do zakupu lub leasingu zeroemisyjnych samochodów dostawczych i ciężarowych dla firm, finansowanego z budżetu państwa lub ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska. Taki system powinien również obejmować zeroemisyjne samochody używane z gwarancją pochodzenia.
2. Wprowadzenie zachęt fiskalnych do zakupu zeroemisyjnych pojazdów dostawczych i ciężarowych przy jednoczesnym zwiększaniu opodatkowania dla samochodów spalinowych w zależności od ich emisyjności. Równocześnie rekomendujemy ponowne objęcie akcyzą gazu ziemnego jako paliwa transportowego.
3. Różnicowanie opłat za korzystanie z infrastruktury drogowej dla pojazdów dostawczych i ciężarowych w zależności od ich emisyjności i zastosowanie możliwie najniższej stawki dla pojazdów zeroemisyjnych.
4. Przyjęcie legislacji w zakresie stref czystego transportu z perspektywą możliwości wjazdu tylko dla samochodów zeroemisyjnych, co przyspieszy transformację floty pojazdów dostawczych i lekkich ciężarowych.

Rekomendacje w zakresie rozwoju infrastruktury do ładowania.

5. Stworzenie spójnego planu budowy sieci szkieletowej infrastruktury do ładowania samochodów ciężarowych bateryjnych i wodorowych wzdłuż głównych szlaków drogowych na terenie całego kraju wraz z alokacją niezbędnych środków ze źródeł krajowych i unijnych. Uwzględnienie planu w planach inwestycyjnych Operatorów Sieci Dystrybucyjnej (OSD) i Operatorów Sieci Przesyłowej (OSP).
6. Wsparcie rozwoju infrastruktury ładowania, zarówno publicznie dostępnej, jak też prywatnej, połączone ze wsparciem inwestycji w odnawialne źródła energii i magazynowaniem energii wytworzonej z tych źródeł.



7. Uruchomienie prac badawczo-rozwojowych, wraz z pilotażowymi wdrożeniami, w zakresie rozwoju infrastruktury systemów dróg elektrycznych, ze szczególnym uwzględnieniem lokalnych łańcuchów dostaw na stałych trasach, np. między terminalami przeładunkowymi a centrami logistycznymi.

Rekomendacje w zakresie polityki przemysłowej i badawczo-rozwojowej

8. Prowadzenie polityki państwa sprzyjającej inwestycjom w produkcję zeroemisyjnych samochodów ciężarowych i dostawczych w Polsce.
9. Analiza potencjału, możliwości technicznych, opłacalności i perspektyw wdrożenia konwersji najbardziej popularnych modeli pojazdów dostawczych i lekkich ciężarowych na napęd elektryczny.

Rekomendacje w zakresie polityki klimatycznej

10. Realizacja polityki transportowej prowadzącej do rozwoju alternatywnych zeroemisyjnych środków transportu towarów, przede wszystkim kolei towarowej oraz do promocji systemów logistycznych typu hub-and-spoke, co sprzyja optymalnemu wykorzystaniu pojazdów różnych typów pojazdów ciężarowych.



Polityka Unii Europejskiej

Emisje sektora transportowego

Elektryfikacja transportu ciężarowego jest kolejnym, po elektryfikacji samochodów osobowych, krokiem w kierunku elektryfikacji transportu drogowego. Ta zmiana technologiczna jest wspierana politycznie, prawnie i finansowo w Unii Europejskiej jako jeden z kluczowych elementów niezbędnych do osiągnięcia celu neutralności klimatycznej do roku 2050. Celem tych działań jest przede wszystkim redukcja emisji gazów cieplarnianych. Zgodnie z założeniami Nowego Zielonego Ładu, Unia Europejska ma zrealizować cel osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku, przy czym przewidywane redukcje emisji gazów cieplarnianych z sektora transportu sięgają 90%. Dla sektora transportu drogowego oznacza to w praktyce konieczność prawie całkowitej rezygnacji z paliw kopalnych do tego czasu.

Polityki UE w zakresie redukcji emisji CO₂ z ciężarówek

Sektor transportu jest największym źródłem emisji gazów cieplarnianych w UE, będąc odpowiedzialnym za 29% całkowitej emisji. Źródłem 15% emisji są samochody osobowe i dostawcze, a 5% pojazdy ciężarowe. Unia Europejska już teraz realizuje konkretne polityki i wprowadza regulacje, które mają służyć stopniowej dekarbonizacji floty pojazdów i spadku cen technologii zeroemisyjnych. W 2019 roku Unia Europejska przyjęła rozporządzenie (UE) 2019/1242, które określa normy emisji CO₂ dla pojazdów ciężarowych do 2030 roku. W porównaniu ze średnimi emisjami CO₂ na kilometr dla nowych pojazdów sprzedanych w okresie od 1 lipca 2019 roku do 30 czerwca 2020 roku, nowe pojazdy sprzedane w 2025 i 2030 roku będą musiały emitować średnio odpowiednio 15% i 30% mniej CO₂. Początkowo normy mają zastosowanie tylko do większych ciężarówek, ale ich zakres może zostać rozszerzony w ramach przeglądu norm, które mają się odbyć w 2022 roku.

Polityki UE w zakresie redukcji emisji CO₂ z samochodów dostawczych

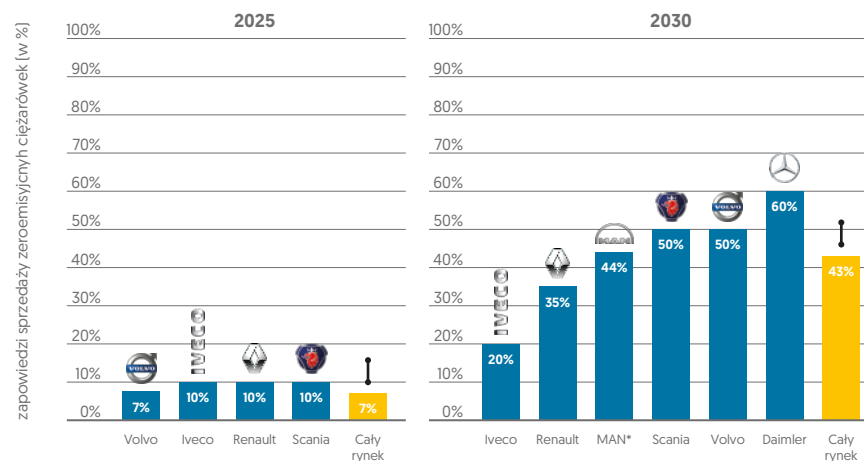
Normy emisji CO₂ dla samochodów dostawczych (<3,5 tony) są regulowane Rozporządzeniem 2019/631. Zakłada ono, że redukcja z samochodów dostawczych wyniesie odpowiednio 15%



i 31% wobec 2020 roku. Nowe propozycje legislacyjne Komisji Europejskiej, zaprezentowane 15 lipca 2021 roku w ramach pakietu Fit for 55 zakładają, że redukcje emisji z nowych samochodów dostawczych mają przyspieszyć. Do 2030 roku spadek emisji ma wynieść 50%, a do 2035 roku 100%. Oznacza to, że w 2035 roku w sprzedaży dostępne będą tylko i wyłącznie zeroemisyjne samochody dostawcze. Propozycja nowelizacji rozporządzenia musi uzyskać poparcie Parlamentu Europejskiego i Rady UE. Wydarzy się to zapewne w 2022 roku.

Rynek elektrycznych pojazdów ciężarowych

Zapowiedzi producentów dot. wzrostu sprzedaży zeroemisyjnych ciężarówek w 2025 i 2030 roku



Normy CO₂ są kluczowym elementem szerszego celu, jakim jest redukcja emisji transportowych w UE o 90% do 2050 roku, co jest jednym z nadrzędnych celów neutralności klimatycznej (tj. zerowej emisji gazów cieplarnianych netto). Większość producentów ciężarówek już

teraz przyjęła dobrowolne zobowiązania do zwiększenia produkcji pojazdów zeroemisyjnych. Teoretycznie oznaczałoby to wzrost sprzedaży ciężarówek o zerowej emisji do 7% w 2025 r. i 43% w 2030 r. Zobowiązania te przekroczyłyby obecne cele UE w zakresie emisji CO₂ (15% w 2025 r. i 30% w 2030 r.).

Elektryfikacja samochodów dostawczych i ciężarowych jest tylko jednym z szerokiego zakresu potencjalnych środków, które doprowadzą do osiągnięcia systemu transportu towarów o zerowej emisji. Podobnie jak przesunięcie modalne (na przykład z ciężarówek na pociągi), czy usprawnienie logistyki (na przykład stosowanie systemów logistycznych typu hub-and-spoke w celu zapewnienia, że używamy pojazdów o optymalnej wielkości do określonych celów, zamiast stosowania dużych ciężarówek do dostaw na całej trasie.

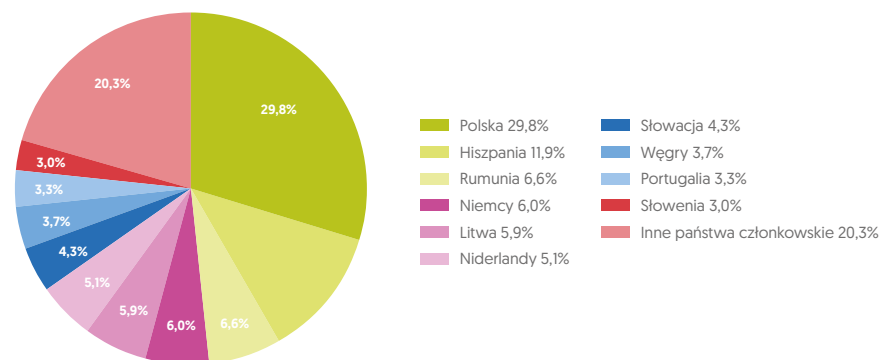


Sektor transportu drogowego w Polsce

Sektor transportu drogowego ma kluczowe znaczenie dla polskiej gospodarki. Z ponad milionem średnich i ciężkich pojazdów użytkowych zarejestrowanych w Polsce, nasz kraj posiada największą flotę samochodów ciężarowych spośród wszystkich krajów UE. Niemal 20% wszystkich średnich i ciężkich pojazdów użytkowych w UE jest zarejestrowanych w Polsce.

Jednocześnie polskie firmy transportowe mają największy, prawie 30% udział w międzynarodowym transporcie drogowym w UE. Jeśli polscy przewoźnicy nie podążą za trendem elektryfikacji transportu, to mogą w średnim okresie stracić konkurencyjność względem przewoźników z innych krajów, którzy zaoferują swoim klientom transport towarów o niższym koszcie i niższym tzw. śladzie węglowym. Już w najbliższych latach ślad węglowy może stać się jednym z głównych obok ceny elementów wpływających na konkurencyjność podmiotów na rynku transportu drogowego. Z drugiej strony polski rząd może lobbować za rozwojem infrastruktury dla zeroemisyjnych pojazdów ciężarowych w Polsce argumentując, że elektryfikacja transportu ciężarowego będzie miała nie tylko trwały wpływ na redukcję emisji gazów cieplarnianych w kraju, ale również wpłynie na emisyjność całego europejskiego sektora transportu.

Międzynarodowy drogowy transport towarów, 2018



Źródło: Eurostat



Liczba zarejestrowanych samochodów użytkowych w UE

	2015	2016	2017	2018	2019	%zmiana 19/18
Austria	68 860	69 428	70 791	72 486	73 336	1,2
Belgia	143 697	142 744	144 293	146 081	147 756	1,1
Chorwacja	42 119	43 806	45 210	45 720	47 300	3,5
Republika Czeska	180 435	183 560	186 004	187 483	186 881	-0,3
Dania	41 529	42 066	42 489	42 751	42 586	-0,4
Estonia	35 783	36 781	37 644	37 911	39 848	5,1
Finlandia	95 250	94 780	95 948	96 169	95 141	-1,1
Francja	582 500	587 190	594 100	602 410	601 040	-0,2
Niemcy	950 054	966 972	963 972	1 001 073	1 010 742	1,0
Grecja	230 910	227 990	223 680	229 776	226 913	-1,2
Węgry	87 666	88 592	91 760	94 966	96 109	1,2
Irlandia	46 168	46 423	46 677	47 259	48 311	2,2
Włochy	918 258	923 655	933 311	941 994	946 393	0,5
Łotwa	26 743	26 981	27 905	27 710	27 852	0,5
Litwa	54 003	57 901	61 465	65 996	67 111	1,7
Luksemburg	11 437	11 633	11 778	12 055	12 300	2,0
Niderlandy	158 973	161 672	164 317	168 453	170 640	1,3
Polska	980 201	1 025 585	1 064 671	1 108 975	1 150 493	3,7
Portugalia	119 000	119 700	125 600	130 000	132 500	1,9
Rumunia	239 851	255 297	281 708	288 309	296 489	2,8
Słowacja	85 577	85 277	85 654	85 241	81 083	-4,9
Słowenia	29 648	31 667	33 572	35 864	37 285	4,0
Hiszpania	556 310	570 315	584 733	590 674	607 020	2,8
Szwecja	80 046	81 430	83 025	83 977	84 153	0,2
UNIA EUROPEJSKA	5 765 018	5 881 455	6 020 307	5 143 333	6 229 282	1,4

Metodologia badania

Badanie przeprowadzono w następujących etapach:

- Konsultacje z członkami Komitetu Sterującego w celu zdefiniowania scenariuszy i uzgodnienia kluczowych założeń modelowania.
- Przeprowadzenie modelowania ekonomicznego w zakresie:
 - I) Oszacowania wpływu różnych scenariuszy penetracji rynkowej pojazdów niskoemisyjnych na popyt na energię, emisje CO₂ i koszty technologii przy zastosowaniu modelu floty pojazdów opracowanego przez Cambridge Econometrics [CE];
 - II) Symulacji całkowitego kosztu posiadania (TCO) w zakresie kosztów zakupu i eksploatacji pojazdów.

Szczegółowy opis metodologii, założeń modelowania oraz danych źródłowych jest zawarty w raporcie technicznym.



Scenariusze wdrażania technologii

Scenariusz	Opis scenariusza
Scenariusz REF (referencyjny)	Nie są przewidziane żadne zmiany w technologiach napędowych po 2020 roku. Nieznaczna poprawa efektywności energetycznej floty wiąże się z wymianą starych pojazdów na nowe.
Scenariusz CPI (Current Policy Initiatives)	Przewidywane wdrożenie rozwiązań zwiększających efektywność energetyczną pojazdów (np. zmniejszanie wagi pojazdów) oraz nowych technologii napędowych w z związku z koniecznością spełnienia norm emisji CO ₂ w roku 2025 i 2030. Brak dalszych zmian po roku 2030.
Scenariusz TECH BEV (technologii baterijnej)	Zakładane ambitne wdrażanie technologii zwiększających efektywność energetyczną pojazdów do 2030 roku. Przewidywany dynamiczny rozwój przede wszystkim technologii bateryjnych (BEV) zarówno dla samochodów dostawczych, jak i ciężarowych. Scenariusz zakłada wyłączenie ze sprzedaży spalinowych samochodów dostawczych w 2035 roku i ciężarowych w 2040 roku.
Scenariusz TECH ERS (systemów dróg elektrycznych)	Zakładane ambitne wdrażanie technologii zwiększających efektywność energetyczną pojazdów do 2030 roku. Przewidywany rozwój przede wszystkim technologii bateryjnych (BEV) dla samochodów dostawczych oraz systemów dróg elektrycznych (ERS) dla samochodów ciężarowych. Scenariusz zakłada wyłączenie ze sprzedaży spalinowych samochodów dostawczych w 2035 roku i ciężarowych w 2040 roku.
Scenariusz TECH FCEV (technologii wodorowej)	Zakładane ambitne wdrażanie technologii zwiększających efektywność energetyczną pojazdów do 2030 roku. Przewidywany rozwój przede wszystkim technologii bateryjnych (BEV) dla samochodów dostawczych oraz technologii wodorowej (FCEV) dla samochodów ciężarowych. Scenariusz zakłada wyłączenie ze sprzedaży spalinowych samochodów dostawczych w 2035 roku i ciężarowych w 2040 roku.

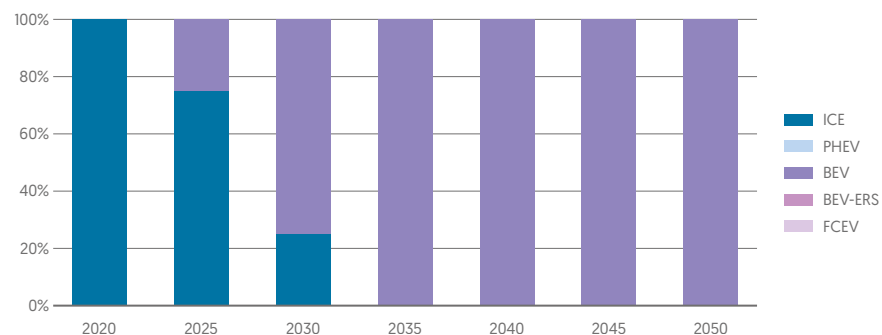


Na potrzeby analizy przyjęto pięć scenariuszy pokazujących możliwe ścieżki rozwoju flot samochodów ciężarowych i dostawczych w Polsce. Celem tych scenariuszy nie jest prognozowanie przyszłego składu polskiej floty samochodów ciężarowych, ale pokazanie możliwych kosztów i korzyści dla różnego rodzaju technologii.

Zmiana w taborze samochodów dostawczych <3,5 ton

W scenariuszu technologicznym, gdzie zakładamy wdrożenie w życie zakazu sprzedaży nowych samochodów dostawczych z silnikiem spalinowym po 2035 roku i aktywną politykę publiczną w zakresie promocji tych samochodów, udział pojazdów bateryjnych w sprzedaży rośnie z 25% w 2025 roku, przez 75% w 2030 roku do 100% w 2035 roku. Inne technologie napędowe jak samochody hybrydowe plug-in, lub samochody wodorowe nie będą konkurencyjne, dlatego założono, że będzie to dominująca zeroemisyjna technologia na rynku. Przekłada się to na udział bateryjnych samochodów dostawczych na poziomie 37% w 2040 roku i 70% w 2050 roku. Jednak jeżeli utrzymany zostanie obecny średni wiek użytkowanych samochodów, to mimo ambitnego celu zakończenia sprzedaży pojazdów dostawczych po 2035 roku, nadal nie osiągniemy zerowej emisji w tym segmencie pojazdów w 2050 roku.

Struktura sprzedaży samochodów dostawczych w scenariuszu TECH

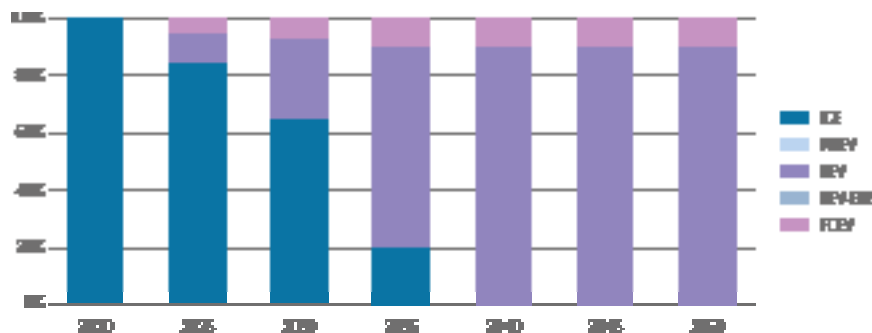


Zmiana w taborze samochodów ciężarowych >3,5 ton

W przypadku samochodów ciężarowych o DMC >3,5 ton porównano rozwój trzech technologii zeroemisyjnych: pojazdów bateryjnych, wodorowych i pantografowych, korzystających z systemów dróg elektrycznych. W każdym ze scenariuszy założono dominację jednej z technologii.

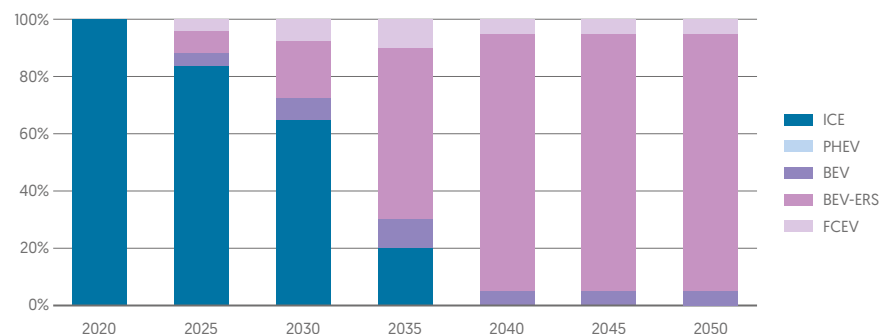
W scenariuszu bateryjnym TECH BEV w 2025 roku udział tych pojazdów w rejestracjach wynosi 10%, a samochodów wodorowych 5,5%. Kupujący decydują się na technologię baterijną, jeżeli odpowiada ich profilowi działalności, zwłaszcza co do zasięgu samochodu na jednym ładowaniu. W kolejnych latach udział samochodów wodorowych w sprzedaży pozostaje na poziomie 10%. Takie pojazdy wykorzystywane są do transportu na długie dystanse i przewozu najcięższych ładunków. Sprzedaż samochodów bateryjnych wzrasta do 35% w 2030 roku, 70% w 2035 roku i 90% w 2040 roku. W tym scenariuszu samochody zeroemisyjne stanowią 61% floty samochodów ciężarowych w Polsce [53% samochodów bateryjnych i 8% samochodów wodorowych] w 2050 roku [patrz raport techniczny rozdział 4].

Struktura sprzedaży samochodów ciężarowych w scenariuszu TECH BEV



W scenariuszu systemów dróg elektrycznych TECH ERS, ze względu na wolny rozwój infrastruktury dla tej technologii, wzrost liczby samochodów zeroemisyjnych jest najbardziej powolny. W 2040 roku tylko 25% zarejestrowanych pojazdów wykorzystuje system ERS, a w 2050 roku 50%. Równocześnie w 2050 roku 40% pojazdów nadal wykorzystuje silniki spalinowe. Ze względu na powolny rozwój infrastruktury, technologia ta wymaga najdłuższego czasu do osiągnięcia pełnej dekarbonizacji floty.

Struktura sprzedaży samochodów ciężarowych w scenariuszu TECH ERS



W scenariuszu wodorowym TECH FCEV liczba zarejestrowanych samochodów wodorowych wzrasta w identycznym tempie, co samochodów elektrycznych w scenariuszu TECH ERS. Ze względu na obecną wysoką barierę wejścia, wynikającą z wysokiego kosztu zakupu, pojazdy wodorowe zyskują popularność dopiero w 2035 roku, uzyskując 25% udział w liczbie zarejestrowanych pojazdów i 50% udział w 2050 roku.

Rozwój technologii zeroemisyjnych zmniejszy zapotrzebowanie na energię o ponad połowę w 2050 roku. Wynika to z o wiele mniejszej efektywności energetycznej silników spalinowych w porównaniu do silnika elektrycznego. Znacząca różnica w zużyciu energii na potrzeby transportowe jest widoczna już w 2030 roku, kiedy dzięki zastosowaniu technologii



zeroemisyjnych jej zużycie jest mniejsze o ponad 10% w porównaniu ze scenariuszem referencyjnym. W 2050 roku oszczędność energii w poszczególnych scenariuszach technologicznych wynosi od 50% dla scenariusza bateryjnego [TECH BEV] do 39% dla scenariusza wodorowego [TECH FCEV]. Ta różnica wynika z mniejszej sprawności energetycznej technologii wodorowej.

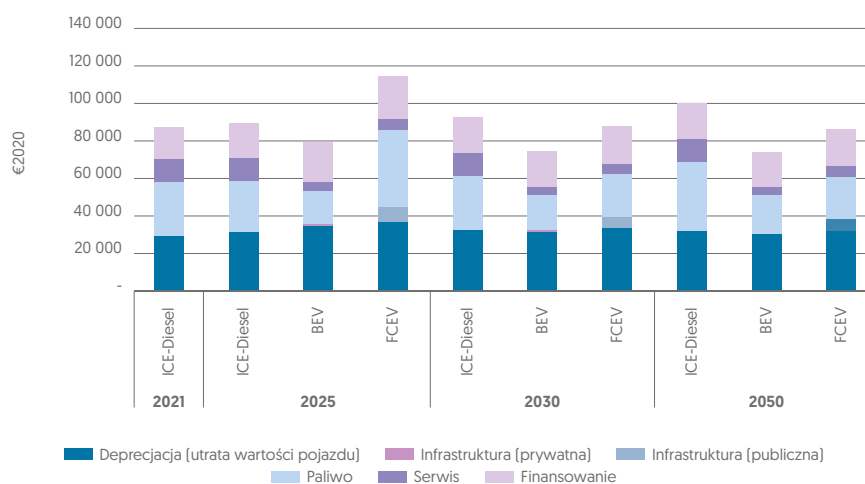
Roczne zużycie paliwa dla każdego ze scenariuszy [Mtoe]



Analiza całkowitego kosztu posiadania (TCO)

Całkowity koszt posiadania (TCO) elektrycznych samochodów dostawczych będzie już w 2025 roku niższy od TCO samochodów z silnikiem Diesla. Wynika to z niższych – niż w przypadku samochodów spalinowych – kosztów paliwa oraz niższych kosztów utrzymania takiego samochodu. W 2025 roku pod względem całkowitego kosztu posiadania najtańsze będą samochody ciężarowe >16 ton pantografowe (dla systemów dróg elektrycznych), nieco droższe będą bateryjne. Ze względu na relatywnie wysokie koszty zakupu oraz paliwa, ciężarówki wodorowe będą znacznie droższe. Pojazdy wodorowe zrównają się pod względem TCO z pojazdami spalinowymi dopiero w 2030 roku. W perspektywie 2050 roku najniższy TCO będą miały samochody bateryjne i pantografowe, a pojazdy wodorowe będą miały nadal najwyższy TCO, ze względu na wyższe koszty paliwa i zakupu pojazdu.

Całkowity koszt posiadania samochodów dostawczych w okresie 14 lat [€2020]

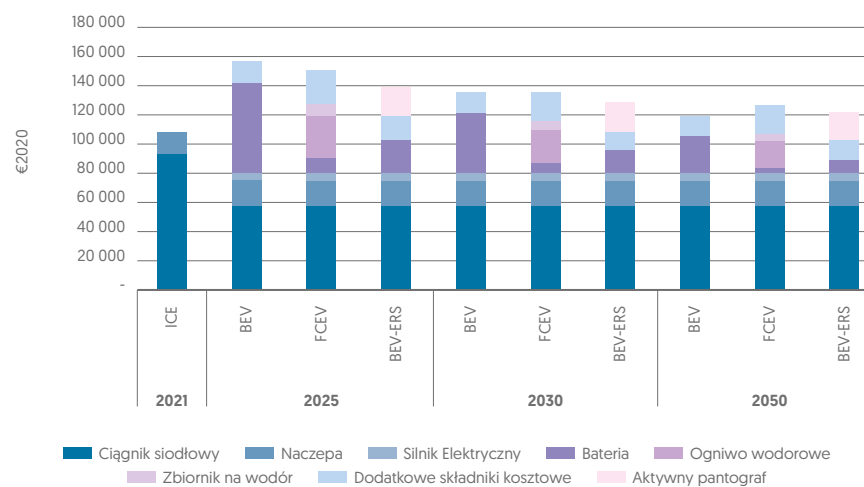


ICE-Diesel - Ciężarówka z silnikiem Diesla, BEV - Ciężarówka bateryjna, BEV ERS - Ciężarówka pantografowa, FCEV - Ciężarówka wodorowa



Na potrzeby analizy całkowitych kosztów posiadania, przyjęto, że ceny zarówno baterii, jak i ogniw wodorowych będą stopniowo spadać. W rezultacie koszty zakupu wszystkich rodzajów pojazdów będą również spadać, ale nie zrównają się z ceną zakupu samochodów spalinowych. W przypadku samochodów ciężarowych o masie >16 ton porównano trzy rodzaje technologii: ciężarówki bateryjne, wodorowe i pantografowe. W perspektywie 2050 roku najtańszym ciężarowym samochodem zeroemisyjnym w zakupie będzie samochód bateryjny, ale w 2025 i 2030 roku pojazdy pantografowe będą najtańsze.

Koszty zakupu pojazdów ciężarowych DMC > 16 ton w latach 2025 - 2050 [€2020]

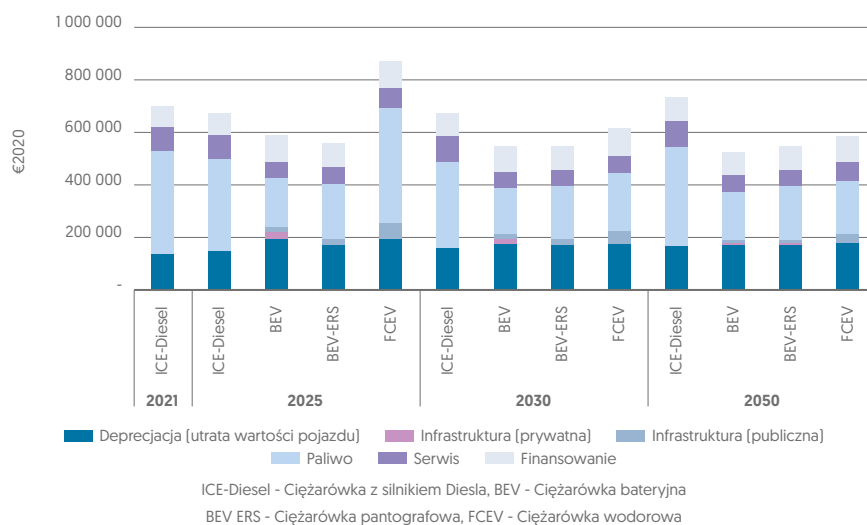


ICE - Diesel - Ciężarówka z silnikiem Diesla, BEV - Ciężarówka bateryjna, BEV ERS - Ciężarówka pantografowa, FCEV - Ciężarówka wodorowa

Mimo wysokich kosztów zakupu, już w 2025 bateryjne samochody ciężarowe są konkurencyjne ekonomicznie dla samochodów z napędem konwencjonalnym. Dynamika zmian całkowitych kosztów posiadania jest podobna do samochodów dostawczych. Początkowo samochody ciężarowe z pantografami, wykorzystujące technologię systemów dróg elektrycznych, są tańsze niż samochody ciężarowe bateryjne, ale już w 2030 roku, wraz ze spadkiem cen baterii, TCO samochodów bateryjnych jest bardziej korzystne niż pantografowych. Ciężarowe pojazdy wodorowe w żadnym okresie nie są tańsze od pojazdów bateryjnych.

wysokie koszty paliwa, jak i zakupu, nie osiągną konkurencyjności względem pojazdów bateryjnych, co nie oznacza, że nie znajdą zastosowania w szczególnych przypadkach, gdzie w grę wchodzi czas przejazdu lub nie ma dostępu do infrastruktury do ładowania. Technologia pantografowa jest kosztowo konkurencyjna wobec technologii wodorowej, ale wymaga rozbudowanej infrastruktury. Jest to nie tylko wyzwanie natury inwestycyjnej, ale również politycznej, gdyż wymaga koordynacji na poziomie międzynarodowym.

Całkowity koszt posiadania pojazdów DMC > 16 ton [€2020]



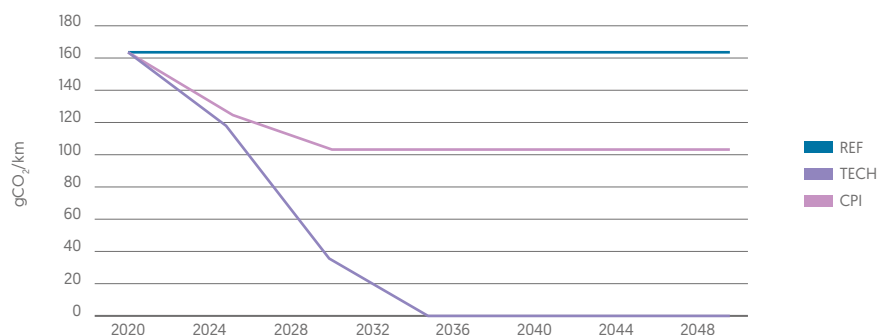
Analiza całkowitego kosztu posiadania pokazuje, że niskie koszty energii elektrycznej kompensują wysokie koszty zakupu pojazdów bateryjnych i że ta technologia już niebawem będzie najbardziej opłacalna dla przewoźników. Samochody wodorowe, ze względu na



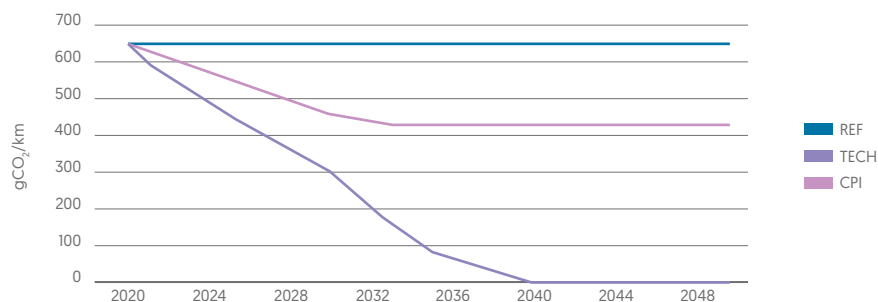
Korzyści środowiskowe

Rozwój każdej z analizowanych zeroemisyjnych technologii napędowych będzie prowadzić do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wyzwaniem pozostanie zwiększenie produkcji wodoru i energii elektrycznej z bezemisyjnych źródeł energii. W każdym z analizowanych scenariuszy spadek średnich emisji z nowych samochodów dostawczych i ciężarowych do 2030 roku przewyższa cele Unii Europejskiej do 2025 i 2030 roku.

Emisje CO₂ z rury wydechowej nowych samochodów dostawczych [gCO₂/km]

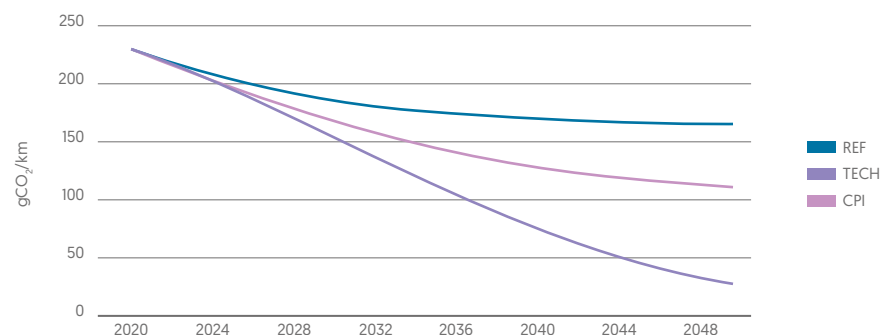


Emisje CO₂ z rury wydechowej nowych samochodów ciężarowych [gCO₂/km]

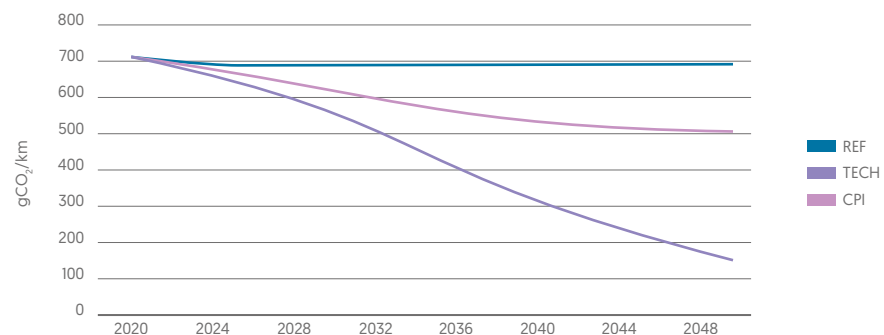


Emisje CO₂ z rury wydechowej dla nowych pojazdów będą na poziomie zerowym już w 2040 roku, ale mimo to w 2050 roku średnie emisje dla wszystkich zarejestrowanych samochodów dostawczych i ciężarowych nie osiągną zera, gdyż samochody sprzedawane w poprzednich latach nadal będą w użyciu.

Średnia emisja CO₂ floty samochodów dostawczych [gCO₂/km]

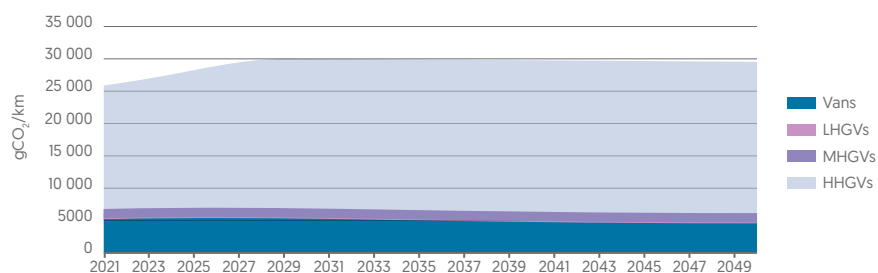


Średnia emisja CO₂ floty samochodów ciężarowych [gCO₂/km]

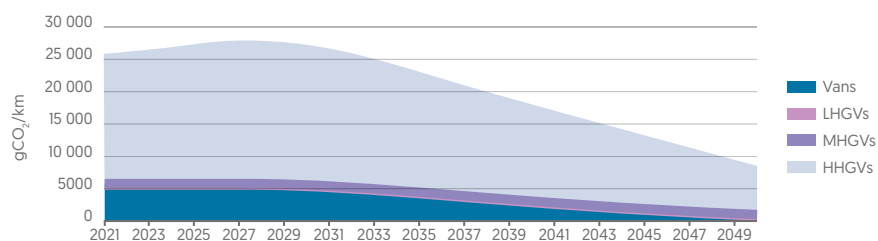


Niezależnie od tego, którą technologię dekarbonizacji samochodów ciężarowych i dostawczych wybierzemy, redukcja emisji CO₂ z rury wydechowej z całej floty zarejestrowanych pojazdów zmniejszy się w 2050 roku o ok. 60% w porównaniu z 2020 rokiem. Wynika to z faktu, że w użyciu będą jeszcze samochody spalinowe. Dla porównania w scenariuszu, gdzie nie wdrażamy żadnych nowych technologii napędowych [scenariusz REF] emisje stopniowo rosną do 2050 roku, a w scenariuszu, gdzie ograniczamy się do już uzgodnionych zmian do 2030 roku [scenariusz CPI] emisje pozostają na tym samym poziomie.

Całkowite emisje CO₂ floty samochodów dostawczych i ciężarowych [scenariusz CPI] bez emisji przypadające na produkcję wodoru i energii elektrycznej [ktCO₂]

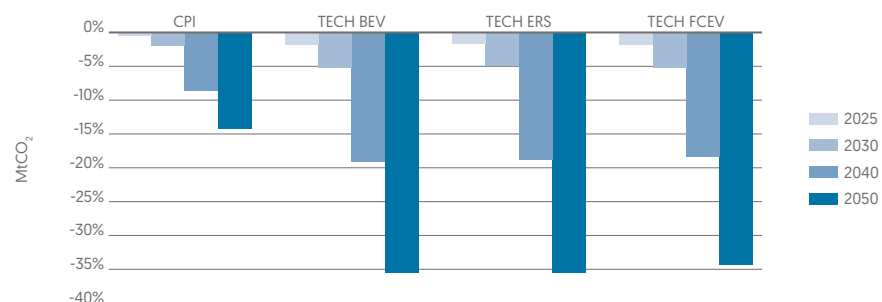


Całkowite emisje CO₂ floty samochodów dostawczych i ciężarowych [scenariusz TECH] bez emisji przypadające na produkcję wodoru i energii elektrycznej [ktCO₂]

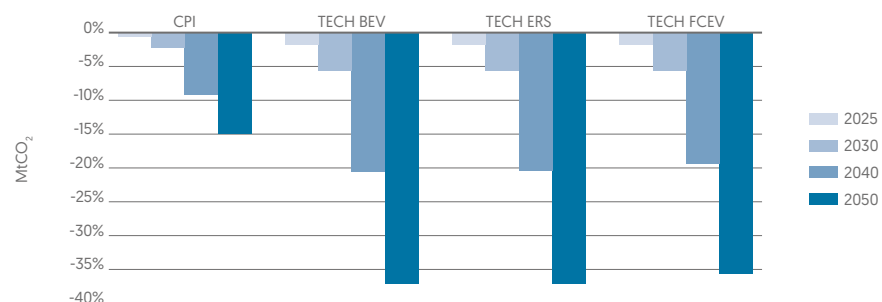


Największą redukcję całkowitej emisji dwutlenku węgla [CO₂], biorąc pod uwagę również cykl wytwarzania i zużycia paliwa [well to wheel], osiągniemy wykorzystując technologię baterijną. Najmniej efektywną formą redukcji emisji z transportu spośród badanych technologii zeroemisyjnych jest technologia wodorowa.

Całkowite emisje CO₂ samochodów dostawczych i ciężarowych w cyklu wytwarzania i zużycia paliwa [well to wheel] [scenariusz niebieskiego wodoru] [MtCO₂]



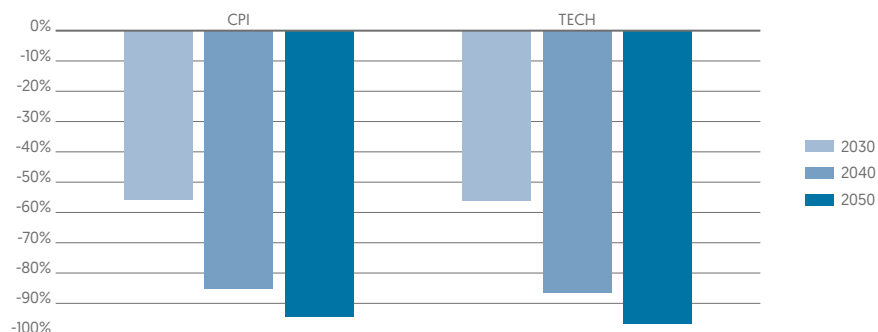
Całkowite emisje CO₂ samochodów dostawczych i ciężarowych w cyklu wytwarzania i zużycia paliwa [well to wheel] [scenariusz zielonego wodoru] [MtCO₂]



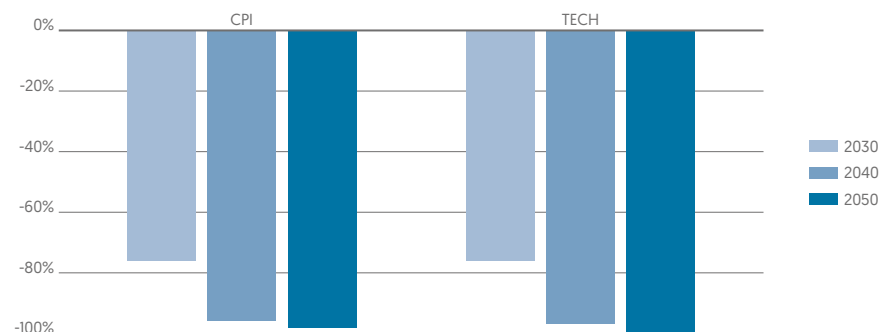
Wdrażanie technologii zeroemisyjnych i modernizacja flot samochodów zeroemisyjnych przyczyni się do niemalże całkowitej redukcji emisji pyłów zawieszonych (PM10) i tlenków azotu (NOx) z rury wydechowej pojazdów dostawczych i ciężarowych. W Scenariuszu CPI [current policy initiatives] emisje PM10 spadną o 98% do 2050 roku, a emisje NOx o 95% w porównaniu z 2020 rokiem. W scenariuszach technologicznych emisje PM10 zmniejszą się o niemalże 100%, a emisje tlenków azotu o 97% do 2050 roku.

W krótkim okresie do 2030 roku redukcja zanieczyszczeń powietrza będzie następować przede wszystkim wraz z wymianą starszych silników spalinowych na nowsze silniki z normą Euro 5, Euro 6 i Euro 7, które emitują znacznie mniej zanieczyszczeń niż poprzednie modele. Jednak po 2030 roku redukcja zanieczyszczeń w scenariuszach technologicznych, kiedy rozwijamy technologie zeroemisyjne, jest znacznie szybsza niż w przypadku scenariusza CPI [current policy initiatives], gdzie w sprzedaży nadal są samochody spalinowe. Należy tutaj wspomnieć, że ponad połowa emisji pyłów zawieszonych z transportu nie pochodzi z rury wydechowej, ale ze ścierania się opon, nawierzchni dróg i klocków hamulcowych.

Emisje NOx floty samochodów dostawczych i ciężarowych z rury wydechowej w porównaniu z 2020 rokiem [%]



Emisje PM10 floty samochodów dostawczych i ciężarowych z rury wydechowej w porównaniu z 2020 rokiem [%]



Infrastruktura

Infrastruktura dla pojazdów bateryjnych

Rozwój flot pojazdów zeroemisyjnych będzie bezpośrednio powiązany z rozwojem infrastruktury dla konkretnych technologii. W przypadku pojazdów bateryjnych najważniejszym elementem infrastruktury będą ultraszybkie ładowarki przy autostradach i drogach głównych o mocy 700 kW. Równolegle do ultraszybkich ładowarek muszą powstać ładowarki szybkie [90 kW] do ładowania w czasie nocnych postojów. Na potrzeby analizy przyjęto, że jedna szybka ładowarka będzie przypadać na jeden pojazd ciężarowy, a koszt jej budowy i instalacji będzie wynosił ok. 45 tys. euro. Jeśli chodzi o ultraszybkie ładowarki, to na jedną przypadającą będzie 47 samochodów ciężarowych, a jej koszt wyniesie 911 tys. euro.

Infrastruktura dla pojazdów ERS

W scenariuszu systemów dróg elektrycznych (TECH ERS) założono, że głównym źródłem energii elektrycznej będzie ładowanie podczas jazdy. Równocześnie potrzebne będą wolne ładowarki [22 kW] na zajezdniach, dla pojazdów bateryjnych. Wraz z rozwojem infrastruktury dla systemów dróg elektrycznych wzrastać będzie wykorzystanie infrastruktury elektrycznej i dwusystemowe pojazdy (spalinowo-elektryczne) będą stopniowo coraz więcej czasu pracować w systemie elektrycznym. W scenariuszu założono, że rozwój infrastruktury ERS będzie wyprzedzał inwestycje we flotę dwusystemowych pojazdów. Docelową długość systemów dróg elektrycznych zaplanowano na 2834 km (długość wszystkich dróg krajowych w Polsce to ok. 19400 km). Rozwój tzw. dróg elektrycznych ma przebiegać stopniowo. W 2030 roku zbudowane ma być 8,5% projektowanej sieci, w 2040 roku 38%, a w 2050 roku 88%. Założono, że koszt budowy infrastruktury w 2020 roku wyniesie 2,41 mln euro na km. Udział samochodów ciężarowych wyposażonych w odbiornik prądu z dróg elektrycznych będzie stopniowo wzrastał z 4,8% w 2033 roku do 72% w 2050 roku.

Infrastruktura dla pojazdów wodorowych

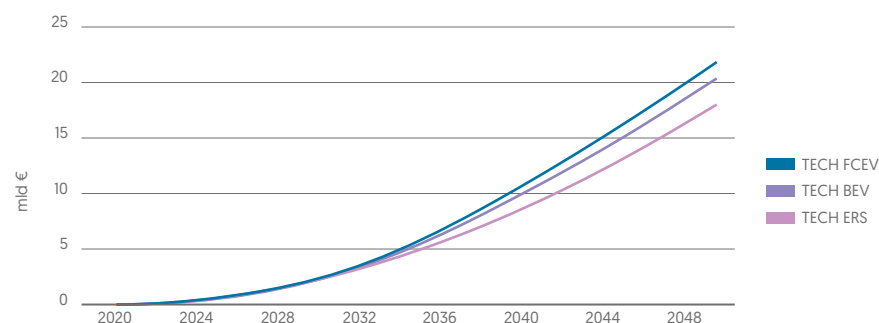
Infrastruktura dla pojazdów wodorowych składa się przede wszystkim ze stacji do tankowania

wodoru. Aby ta technologia mogła się rozwinąć na dużą skalę potrzebny będzie system wsparcia dla przewoźników do zakupu relatywnie drogich pojazdów, szczególnie na początkowym stadium rozwoju technologii wodorowej. Na potrzeby analizy przyjęto założenia kosztowe dla dwóch typów stacji do ładowania wodoru: stacja o przepustowości 10 000 kg wodoru na dzień to koszt 28 mln euro i stacji o przepustowości 25 000 kg wodoru na dzień 48 mln euro.

Całkowity koszt budowy infrastruktury

Budowa infrastruktury dla pojazdów zeroemisyjnych jest niezbędnym warunkiem do wykorzystania tej technologii na masową skalę. Koszty budowy infrastruktury dla każdego ze scenariuszy technologicznych nieznacznie różnią się od siebie. Największy koszt inwestycji w infrastrukturę występuje w scenariuszu wodorowym, ze względu na wysoki koszt budowy stacji do tankowania wodoru. Całkowity koszt inwestycji w infrastrukturę w scenariuszu wodorowym (TECH FCEV) to 20 mld euro do 2050 roku, w scenariuszu bateryjnych (TECH BEV) to 19 mld euro, a w scenariuszu systemów dróg elektrycznych (TECH ERS) 17,4 mld euro.

Całkowity koszt inwestycji w infrastrukturę [mld €]



TECH BEC – scenariusz baterijny, TECH ERS – scenariusz dróg elektrycznych, TECH FCEV – scenariusz wodorowy

