

# Prądem w smog

– jak zelektryfikować  
autobusy miejskie w Polsce



**Fundacja Promocji  
Pojazdów Elektrycznych**

Warszawa, sierpień 2021

## Prądem w smog – jak zelektryfikować autobusy miejskie w Polsce

Autor: Jacek Mizak



Raport powstał w ramach projektu realizowanego przez FPPE z środków Clean Air Fund (CAF). Opracowanie jest bezstronne i obiektywne, CAF nie miał wpływu na jego tezy ani wymowę. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Kopiowanie i rozpowszechnianie może być dokonane za podaniem źródła.

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



# Spis treści

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Kluczowe wnioski</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2. Transport jako niezbędny element strategii neutralności klimatycznej</b>              | <b>5</b>  |
| <b>3. Elektryfikacja autobusów miejskich w Europie</b>                                      | <b>9</b>  |
| <b>4. Flota autobusów miejskich w Polsce</b>  | <b>12</b> |
| <b>5. Całkowita elektryfikacja autobusów w Polsce do roku 2030/2035 – założenia</b>         | <b>14</b> |
| <b>5.1. Koszty zakupu autobusów elektrycznych</b>   | <b>14</b> |
| <b>5.2. Potencjał e-konwersji jako narzędzia obniżenia kosztów elektryfikacji autobusów</b> | <b>15</b> |
| <b>5.3. Koszty infrastruktury ładowania</b>   | <b>17</b> |
| <b>5.4. Inne koszty związane z elektryfikacją</b>   | <b>18</b> |
| <b>6. Źródła finansowania</b>   | <b>19</b> |
| <b>6.1. Środki UE</b>   | <b>19</b> |
| <b>6.2. Środki krajowe</b>  | <b>20</b> |
| <b>7. Wpływ elektryfikacji na gospodarkę</b>  | <b>21</b> |
| <b>8. Program elektryfikacji na tle tendencji europejskich</b>                              | <b>23</b> |



# 1. Kluczowe wnioski

Sektor transportu drogowego jest kluczowy dla osiągnięcia celów redukcji emisji gazów cieplarnianych i standardów jakości powietrza. Odwrócenie dotychczasowych niekorzystnych trendów jest jednym z największych wyzwań na drodze do neutralności klimatycznej Unii Europejskiej.

W nadchodzących latach Polska ma szansę pozyskać ogromne środki na transformację najbardziej problematycznych sektorów, w tym sektora transportu. Program całkowitej elektryfikacji floty autobusów miejskich może być sztandarową inicjatywą zarówno w zakresie redukcji emisji CO<sub>2</sub>, jak i poprawy standardów jakości powietrza.

Koszty elektryfikacji autobusów mogą zostać znacząco obniżone poprzez opracowanie i wdrożenie krajowego programu konwersji autobusów z napędem tradycyjnym na napęd elektryczny. Bez upowszechnienia konwersji na napęd elektryczny i bez wprowadzenia zakazu rejestracji autobusów z silnikami spalinowymi wypełnienie celu całkowitej elektryfikacji floty autobusów miejskich może okazać się zbyt trudne do realizacji.

Program elektryfikacji autobusów będzie istotnym impulsem do dalszego rozwoju sektora produkcji autobusów w Polsce i infrastruktury do ich ładowania. Zwiększy też atrakcyjność naszego kraju jako potencjalnej lokalizacji nowych inwestycji w tym zakresie.

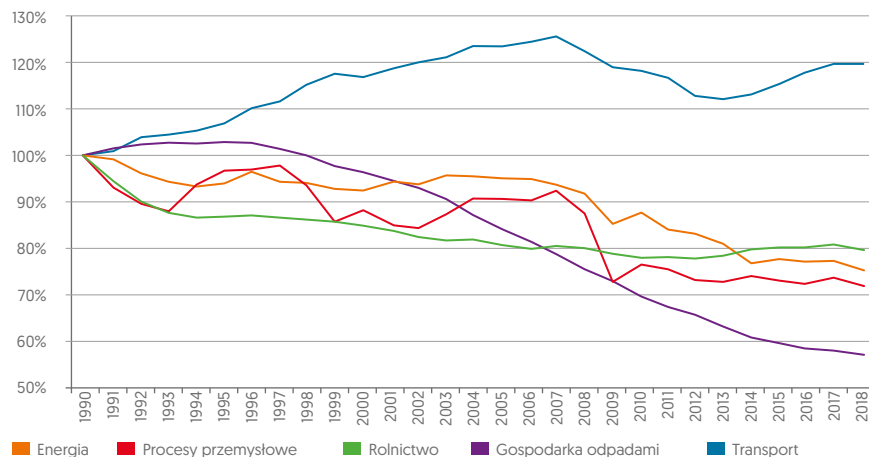


## 2. Transport jako niezbędny element strategii neutralności klimatycznej

Dekarbonizacja sektora transportu przez wiele lat nie była częścią działań mających na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych. Instytucje krajowe i międzynarodowe skupiały się przede wszystkim na energetyce i przemyśle, które odpowiadały za największe emisje CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych. Transport drogowy był wówczas uznawany jedynie za źródło takich zanieczyszczeń jak tlenki azotu, tlenki siarki czy cząstki stałe. Z tego też powodu kolejne normy emisji EURO dla pojazdów nie obejmują emisji dwutlenku węgla.

Do emisji z sektora transportu, zwłaszcza drogowego, nie przywiązywano dużej uwagi, co przy jednoczesnych intensywnych i skutecznych działaniach na rzecz redukcji emisji w energetyce i przemyśle doprowadziło do sytuacji, iż transport jest obecnie sektorem o największym udziale emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej i jedynym, którego emisje utrzymują trend wzrostowy w ostatnich latach. [rys. 1].

Rys. 1. Trendy emisji CO<sub>2</sub> z głównych sektorów w UE28 w latach 1990–2019.

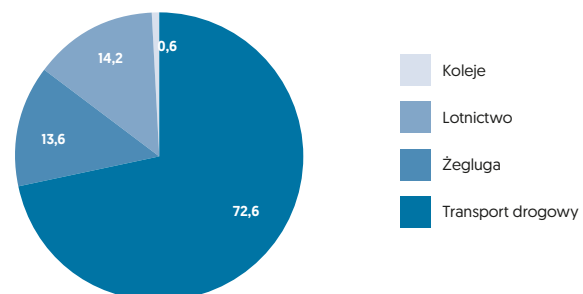


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.



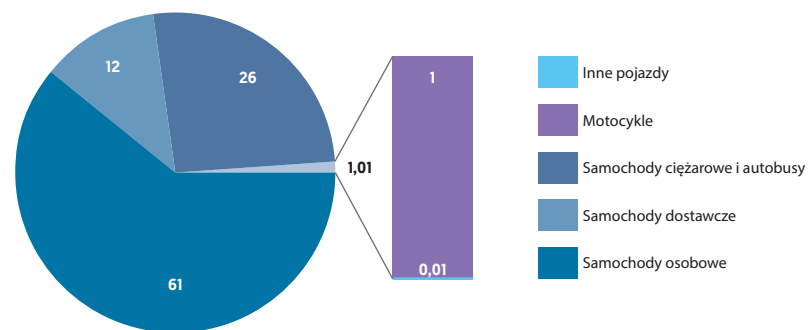
W ramach sektora transportu największy udział w emisjach mają samochody osobowe [61 proc.], a w następnej kolejności pojazdy ciężarowe i autobusy [25 proc.] i samochody dostawcze [12 proc.] [rys. 3].

Rys. 2. Struktura emisji CO<sub>2</sub> w sektorze transportu w UE28 w 2019 r. [w proc.].



Źródło: Europejska Agencja Środowiska.

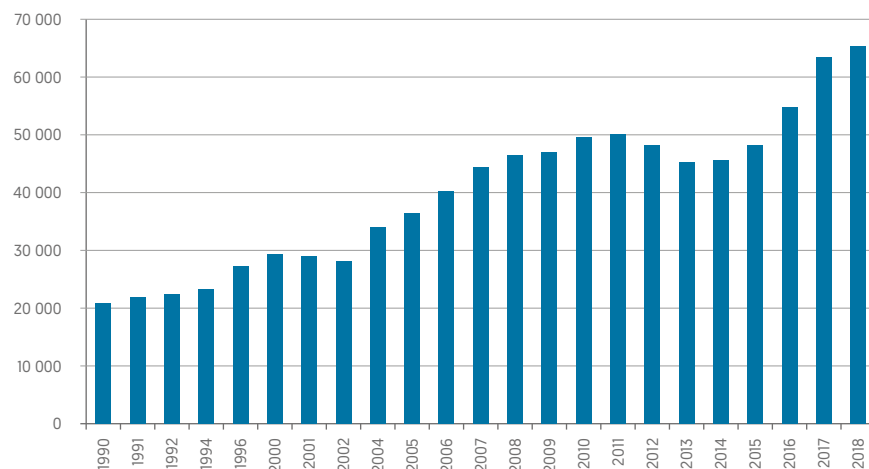
Rys. 3. Struktura emisji CO<sub>2</sub> w sektorze transportu drogowego w UE28 w 2019 r. [w proc.].



Źródło: Europejska Agencja Środowiska.

W przypadku Polski sytuacja jest nieco inna. Wysoki udział węgla w polskim miksie energetycznym sprawia, że to energetyka ma zdecydowanie największy udział w emisjach gazów cieplarnianych. Jednak w związku z gwałtownym wzrostem liczby pojazdów samochodowych na naszych drogach, emisje z tego sektora cechują się największą dynamiką i utrzymują wyraźny trend wzrostowy. Emisje z transportu w okresie ostatnich trzydziestu lat wzrosły ponad trzykrotnie – z ok. 21 mln ton CO<sub>2</sub> w 1990 roku do ponad 63 mln ton w roku 2017 [rys. 3]. Gwałtowny wzrost liczby pojazdów jest spowodowany przede wszystkim zwiększeniem ich dostępności na skutek wzrostu poziomu zamożności gospodarstw domowych przy jednoczesnym napływie z obszaru UE dużej ilości stosunkowo tanich, bardziej emisyjnych pojazdów używanych.

Rys. 4. Emisje CO<sub>2</sub> z sektora transportu w Polsce w latach 1988-2018, w mln ton ekw. CO<sub>2</sub>



Źródło: Eurostat.



Dotychczasowy kształt polityki klimatycznej Unii Europejskiej nie sprzyjał skutecznej redukcji emisji z sektora transportu w Polsce. Energetyka i duża część przemysłu zostały objęte europejskim systemem handlu uprawnieniami do emisji [ETS]. Transport wraz z takimi sektorami jak rolnictwo i sektor komunalno-bytowy zostały włączone w mechanizm podziału zobowiązań do redukcji tzw. effort-sharing (zwany również obszarem non-ETS), w ramach którego dla poszczególnych państw członkowskich ustalane są indywidualne cele redukcji.

W ramach realizacji Protokołu z Kioto Polska uzyskała wyjątkowo korzystne warunki dla obszaru non-ETS – do 2020 r. nie musiała zmniejszać emisji w sektorze non-ETS, a jedynie ograniczać ich wzrost do maksymalnie 14 proc. To spowodowało u decydentów poczucie komfortu i brak konieczności podejmowania skutecznych działań w zakresie redukcji emisji w tym sektorze. Sytuacja zmieniła się diametralnie podczas ustalania nowych celów redukcji emisji do 2030 r. Przyjęty przez Unię Europejską w 2014 r. cel redukcji na poziomie 40 proc. spowodował, że wszystkie państwa Unii zostały zobowiązane do redukcji emisji także w sektorach non-ETS. W przypadku Polski emisje mają zostać obniżone o 7 proc. w stosunku do 2005 r. Potrzeba skutecznych działań na rzecz redukcji emisji, również w sektorze transportu, stała się więc sprawą ważną i szczególnie trudną, biorąc pod uwagę długie lata beczynności w tym obszarze.

Znaczenie podjęcia pilnych działań na rzecz zmniejszenia emisji wzrosło jeszcze bardziej po przyjęciu porozumienia paryskiego i unijnego celu neutralności klimatycznej do 2050 r. Stało się wówczas jasne, że bez dekarbonizacji transportu drogowego tych ambitnych celów nie uda się zrealizować. Co więcej, w ramach opracowanego i przyjętego w 2020 roku „Europejskiego Zielonego Ładu” UE wyraźnie wskazano, że dekarbonizacja transportu jest kluczowa z punktu widzenia możliwości osiągnięcia celu neutralności klimatycznej Unii. Ten pogląd znalazł potwierdzenie w opublikowanej przez Komisję Europejską w grudniu 2020 roku nowej strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności, w której czytamy, że do 2030 r. przewóz pasażerów na dystansie do 500 km nie powinien generować emisji, a flota pojazdów elektrycznych poruszających się po drogach Unii powinna sięgnąć 30 mln sztuk. Ponadto, dokument przewiduje, że praktycznie pełna dekarbonizacja transportu drogowego, obejmująca zarówno pojazdy osobowe, jak i przewóz towarów, nastąpi do 2050 r.

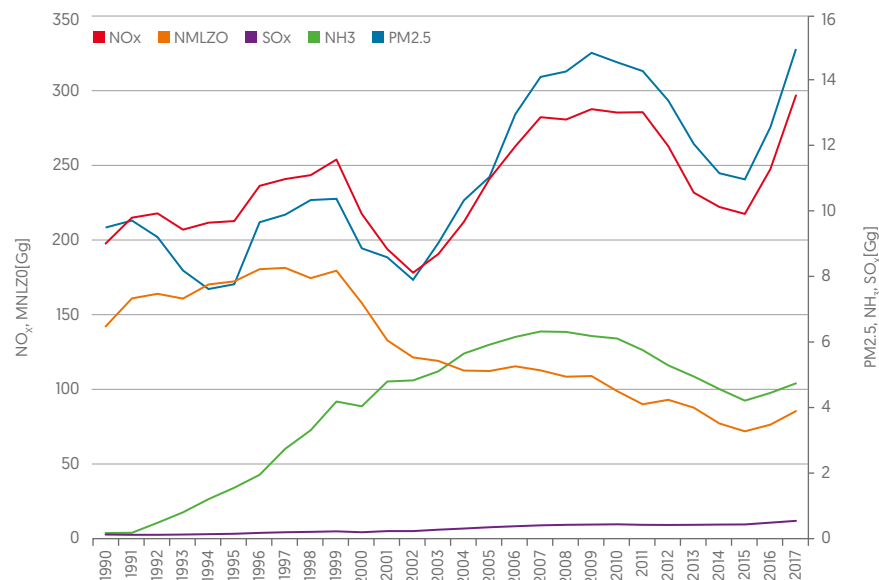
Komisja Europejska 14 lipca 2021 r. zaprezentowała oczekiwany pakiet zmian legislacyjnych Fit for 55. Zawiera on propozycje zmian 10 regulacji z obszaru polityki energetycznej i klimatycznej, które mają zagwarantować osiągnięcie redukcji emisji o 55% w porównaniu do 1990 r. Transport, który jest obecnie głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej, zajmuje najważniejsze miejsce w pakiecie. Najistotniejszą dla sektora propozycją Komisji Europejskiej jest przyspieszenie elektryfikacji samochodów osobowych i dostawczych. Do 2030 r. średnie emisje z nowych pojazdów mają zostać obniżone o odpowiednio 55% i 50%, a do 2035 r. mają one zostać zredukowane do zera. Oznacza to de facto zakaz sprzedaży samochodów spalinowych w Unii po 2035 r. Jest to rewolucyjna zmiana dla przemysłu motoryzacyjnego w całej Unii Europejskiej, który będzie musiał skoncentrować się na produkcji samochodów elektrycznych. Będzie to także historyczna zmiana dla użytkowników samochodów, którzy w najbliższych latach będą masowo przesiadać się do samochodów zeroemisyjnych, przede wszystkim bateryjnych.

Na uwagę zasługuje również propozycja włączenia sektora transportu do europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS). Wprowadzenie opłat za emisje na skutek spalania paliw kopalnych w transporcie z pewnością przyczyni się do zwiększenia ekonomicznej atrakcyjności pojazdów zeroemisyjnych w porównaniu do pojazdów z napędem spalinowym. W przypadku Polski wyzwaniem będzie zmniejszenie emisji w kategorii pojazdów osobowych, lekkich pojazdów dostawczych i pojazdów ciężarowych, ze względu na wczesny etap rozwoju elektromobilności w tych segmentach. Redukcja emisji powinna być łatwiejsza w przypadku autobusów, zwłaszcza miejskich, ponieważ w polskich miastach porusza się już stosunkowo dużo takich pojazdów (Polska zajmuje siódme miejsce w Europie pod względem liczby rejestracji e-autobusów miejskich). Pełna elektryfikacja tej kategorii pojazdów może zająć 10–15 lat, co jest celem ambitnym, ale realnym.

Trwające obecnie dyskusje nad nową normą emisji EURO7 z pewnością przyniosą rozwiązania, które jeszcze bardziej utrudnią rozwój technologii konwencjonalnych. Bez cienia wątpliwości można powiedzieć, że dość nieodległa przyszłość transportu drogowego to transport zeroemisyjny.



Rys. 5. Emisja tlenków azotu, niemetanowych lotnych związków organicznych, tlenków siarki, amoniaku i PM2,5 z transportu drogowego w latach 1990–2017.



Źródło: KOBIZE

Polska jest w szczególnie trudnej sytuacji. Z jednej strony mamy jeden z najwyższych w UE wskaźników ilości zarejestrowanych pojazdów na 1000 mieszkańców. Z drugiej natomiast średnia wieku pojazdu należy do najwyższych. Działania w zakresie dekarbonizacji transportu powinny skupiać się z jednej strony na zwiększaniu udziału pojazdów zeroemisyjnych wraz z niezbędną infrastrukturą, z drugiej natomiast na szybkiej eliminacji z ulic pojazdów najstarszych i najbardziej emisyjnych (przede wszystkim starszych pojazdów z silnikiem diesla) oraz powstrzymaniu importu starych, najbardziej emisyjnych pojazdów.

Dodatkową i znaczącą korzyścią wynikającą z elektryfikacji transportu drogowego będzie poprawa jakości powietrza. Sytuacja w tym zakresie jest krytyczna zwłaszcza w Polsce. Według danych WHO i Europejskiej Agencji Środowiska na liście 50 miast europejskich z najgorszą jakością powietrza aż 38 znajduje się w Polsce. Główną przyczyną takiej sytuacji są emisje z małych instalacji grzewczych opalanych paliwami stałymi (głównie węglem), ale emisje z transportu drogowego są drugim najistotniejszym źródłem zanieczyszczeń niebezpiecznych dla ludzkiego zdrowia, głównie tlenków azotu (NOx) i cząstek stałych PM. Eliminacja autobusów wyposażonych w silniki diesla w istotny sposób poprawi jakość powietrza i pozwoli osiągnąć poziomy zanieczyszczeń wymagane przez dyrektywę CAFE<sup>1</sup>.



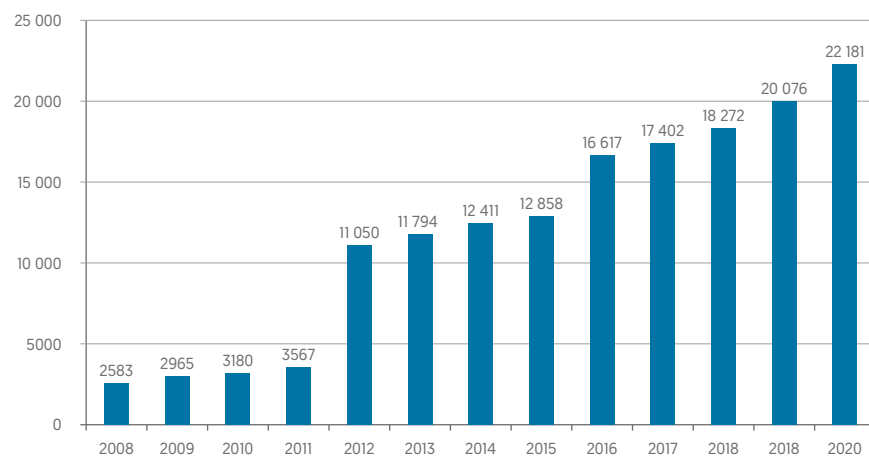
<sup>1</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050>



### 3. Elektryfikacja autobusów miejskich w Europie

Wbrew pozorom powodem dla podjęcia działań na rzecz ograniczenia emisji na terenie miast w Europie nie były cele klimatyczne, a problem znacznego zanieczyszczenia powietrza. Przyjęcie dyrektywy CAFE i ustalenie limitów emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych państw UE spowodowało, że na obszarach wielu miast europejskich już od 2008 roku zaczęto wprowadzać tzw. strefy niskiej emisji (eliminujące z ruchu pojazdy najbardziej emisyjne) i modernizować flotę autobusową. Początkowo, skupiano się przede wszystkim na wymianie pojazdów z silnikiem diesla na pojazdy napędzane gazem ziemnym. Według danych Europejskiego Obserwatorium Paliw Alternatywnych (EOPA) do końca października 2020 roku na terenie UE zarejestrowano ponad 20 tys. autobusów miejskich zasilanych sprężonym gazem ziemnym. Najwięcej takich autobusów zarejestrowano w 2012 (blisko 10 tys. sztuk) i 2016 (blisko 4 tys.). W ostatnich latach tempo przyrostu autobusów na CNG znacząco jednak spadło, a ich miejsce zajmują autobusy elektryczne.

Rys. 6. Liczba autobusów napędzanych sprężonym gazem ziemnym (CNG) w UE w latach 2008-2020.

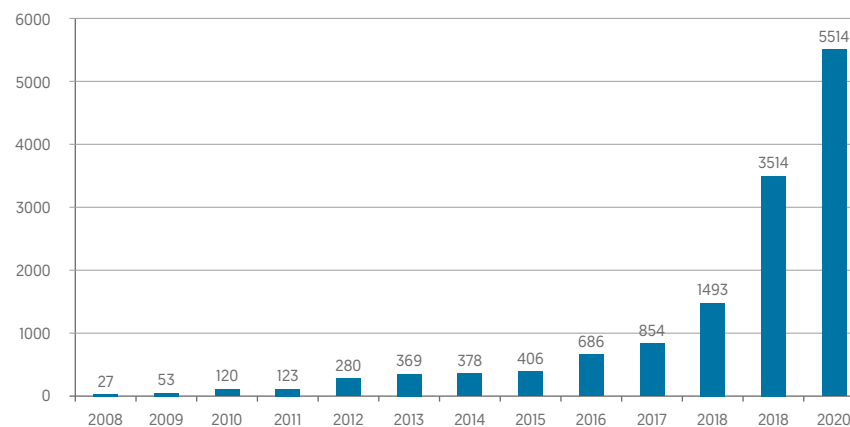


Źródło: Europejskie Obserwatorium Paliw Alternatywnych



Z początku elektryfikacja autobusów miejskich w Europie przebiegała bardzo powoli. W latach 2010–2015 zarejestrowano łącznie nieco ponad 400 takich pojazdów. Należy jednak pamiętać, że w tym czasie oferta producentów była skromna, a nowa technologia bateryjna wymagała testów sprawdzających jej przydatność na trasach miejskich. Przed pierwszym zakupem wiele miast wypożyczało elektryczne autobusy do wielomiesięcznych testów na różnego typu trasach obsługiwanych przez lokalnych operatorów. Wraz z rozwojem technologii, pojawieniem się większej liczby modeli elektrycznych i uznaniu elektryków za pojazdy spełniające wymogi pojazdu dla komunikacji miejskiej coraz więcej miast decydowało się na zakup elektrobusesów. Ostatnie dwa lata, tj. 2019 i 2020 r., to czas dynamicznego wzrostu zamówień i rejestracji takich pojazdów. W samym tylko 2019 r. zarejestrowano więcej elektrobusesów niż łącznie we wszystkich latach poprzedzających. Oznacza to, że w ciągu dwóch lat, od 2018 do 2019 r., liczba autobusów elektrycznych w Unii uległa potrojeniu. Według danych EOPA na koniec drugiego kwartału 2020 roku po ulicach miast UE jeździło już ponad 4 tys. elektrobusesów.

Rys. 7. Liczba autobusów elektrycznych w UE w latach 2008–2020.



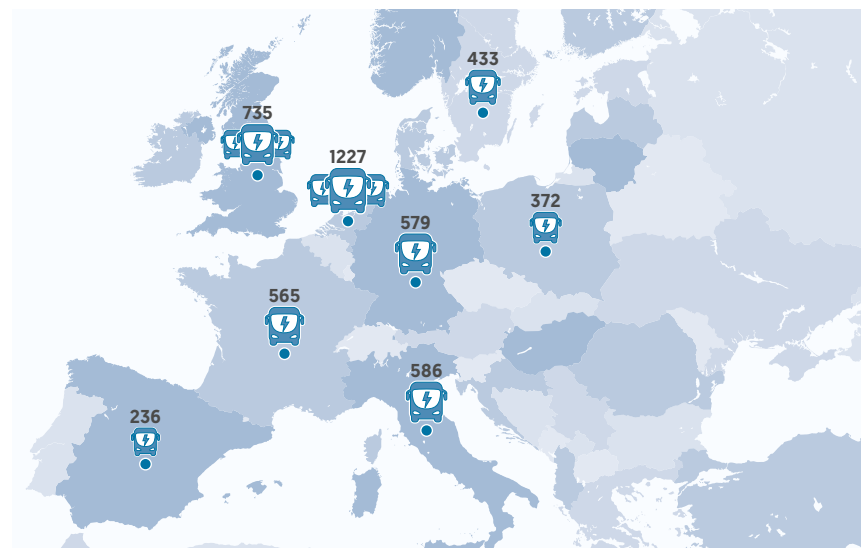
Źródło: Europejskie Obserwatorium Paliw Alternatywnych

Mimo głębokiego kryzysu branży motoryzacyjnej wywołanego pandemią COVID-19 w 2020 roku nadal obserwowaliśmy wzrost rejestracji autobusów elektrycznych. Jest to częściowo wynik wcześniej podpisanych umów, w ramach których producenci dostarczali zamówione pojazdy. Według szacunków portalu Sustainable Bus, w 2020 roku trudno będzie powtórzyć rekordowy pod względem rejestracji rok 2019. Do końca września 2020 roku zarejestrowano w UE 1047 elektrycznych autobusów. Mimo trwających nadal dostaw do kilku dużych europejskich miast, wynik z 2019 roku (1 687 sztuk) będzie trudny do osiągnięcia. Warto jednak podkreślić, że większość odwołanych w 2020 roku z powodu kryzysu przetargów na dostawy autobusów miejskich dotyczyła pojazdów z silnikiem diesla lub zasilanych CNG. Dzięki temu udział autobusów elektrycznych na rynku rejestracji nowych autobusów utrzyma się na poziomie ok. 12%, czyli podobnym jak w roku 2019. To więcej niż w przypadku udziału pojazdów osobowych czy lekkich pojazdów ciężarowych. Dlatego zasadne wydaje się założenie, że w przypadku autobusów elektrycznych osiągnięcie celu 100% rejestracji nowych autobusów i całkowitej dekarbonizacji tego segmentu pojazdów jest całkowicie realne w ciągu najbliższych 10-15 lat.

Tendencję wzrostu zainteresowania zeroemisyjnymi autobusami potwierdzają informacje o planowanych zakupach przez operatorów sieci autobusowych w miastach UE. Ambitne plany w zakresie zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych (elektrycznych i wodorowych) mają w szczególności miasta holenderskie, włoskie, hiszpańskie, francuskie, brytyjskie i niemieckie. Przykładowo, w sierpniu 2020 roku zostało rozstrzygnięte największe postępowanie na dostawę autobusów elektrycznych w Europie. Operator sieci autobusów w Hamburgu (Hamburger Hochban) podpisał ramową umowę na dostawę aż 530 elektrycznych autobusów z trzema producentami, w tym z Solarisem. Dostawy mają potrwać aż do 2025 roku. Dzięki temu Hamburg jako pierwsze duże miasto europejskie zrealizuje cel całkowitej elektryfikacji drogowego transportu publicznego.



Rys. 8. Państwa europejskie z największą liczbą zarejestrowanych autobusów elektrycznych, dane na koniec 2020 r.



Źródło: Europejskie Obserwatorium Paliw Alternatywnych

Perspektywy dalszej dekarbonizacji drogowego transportu publicznego są obiecujące. Publikowane krajowe plany odbudowy gospodarki wyraźnie wskazują, że rozwój technologii zeroemisyjnych w transporcie i jego dekarbonizacja są ważnymi elementami nowych strategii gospodarczo-rozwojowych. Znaczące środki przeznaczone na zieloną transformację w nowym budżecie UE i nowe instrumenty finansowe, takie jak Next Generation EU czy Just Transition gwarantują, że wszelkie działania zmierzające do ograniczenia emisji w transporcie drogowym mogą liczyć na znaczące wsparcie finansowe (dotacji i pożyczki). Warto w tym miejscu podkreślić rolę władz lokalnych – praktycznie wszystkie programy

elektryfikacji flot autobusowych w Europie to inicjatywy samorządowe. Zasadne wydaje się więc tworzenie warunków, które ułatwią dalsze rozwijanie podobnych projektów. Wiele inicjatyw proklimatycznych skupiających władze lokalne takie jak C40 czy Konwent Burmistrzów, mobilizuje do podejmowania dobrowolnych inicjatyw w tym zakresie. Zasadne jest więc tworzenie warunków, w których podobne inicjatywy mogłyby być dalej rozwijane i wspierane zarówno z funduszy unijnych, jak również z środków krajowych.

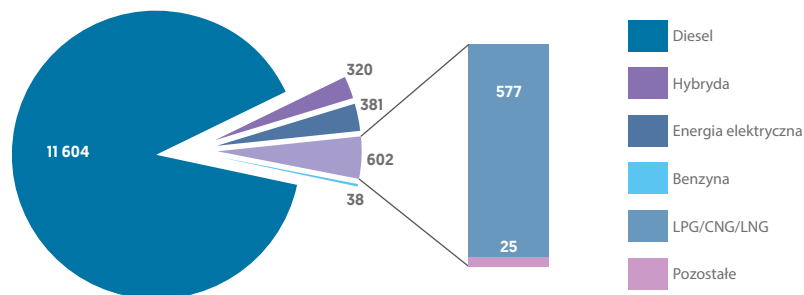


## 4. Flota autobusów miejskich w Polsce

Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano analizy stanu floty autobusów miejskich w Polsce na podstawie danych znajdujących się w Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców (CEPIK), informacji uzyskanych z Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej oraz danych GUS. Dane użyte w opracowaniu, przedstawiające stan na dzień 31 grudnia 2020 roku, zostały zebrane i zweryfikowane przez firmę Price4Wheels przy założeniu, że w zbiorze danych znalazły się autobusy dla których ostatnia aktualizacja została przeprowadzona w bazie CEPIK po 1 stycznia 2016 roku. Takie założenie pozwala wyeliminować pojazdy, które z dużym prawdopodobieństwem zostały wycofane z eksploatacji i zełomowane/sprzedane, mimo iż formalnie nie przekazano informacji o wyrejestrowaniu do bazy CEPIK. Należy podkreślić, że otrzymany przy takim założeniu zbiór danych przedstawia obraz maksymalnie zbliżony do rzeczywistości, uwzględniając zakres danych udostępnianych publicznie w bazie CEPIK.

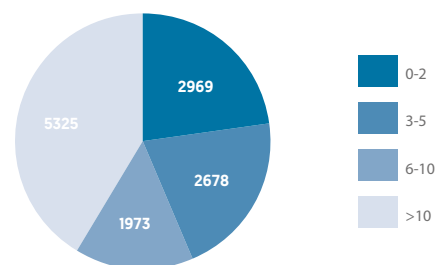
Na podstawie dokonanych analiz przyjęto, że **na dzień 21 grudnia 2020 roku w Polsce zarejestrowanych było 12 945 autobusów miejskich**, będących pojazdami z kategorii M2 oraz M3. Zdecydowaną większość autobusów miejskich w Polsce (niemal 90%) stanowią pojazdy napędzane silnikiem diesla. Drugą pod względem liczebności grupę stanowią autobusy napędzane gazem ziemnym CNG i LNG lub gazem płynnym LPG (4,5%). Trzecią najliczniejszą grupą autobusów są autobusy elektryczne, stanowiące 2,9% krajowej floty.

Rys. 9. Liczba autobusów miejskich w podziale na typ paliwa.

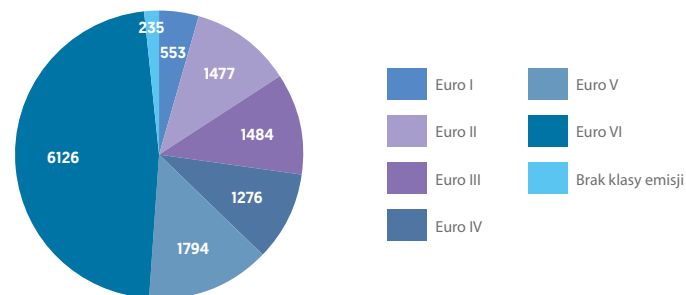


Niemal połowa floty autobusów miejskich – 41 proc. – to pojazdy mające 10 i więcej lat, odsetek autobusów do 2 lat to 23 proc., a od 3 do 5 lat – ponad 20 proc. Co ciekawe, autobusy z silnikiem diesla z najwyższą normą EURO6 stanowią 47 proc. całej floty. Należy jednak dodać, że najstarsze pojazdy w tej grupie najpewniej nie spełniają już tej normy, ponieważ okres jej obowiązywania wynosi 5 lat od daty produkcji pojazdu (lub do 150 tys. km przebiegu) dla autobusów kategorii M2 i 6 lat (lub do 300 tys. km przebiegu) dla autobusów kategorii M3.

Rys. 10. Liczba autobusów miejskich według wieku pojazdu w latach.

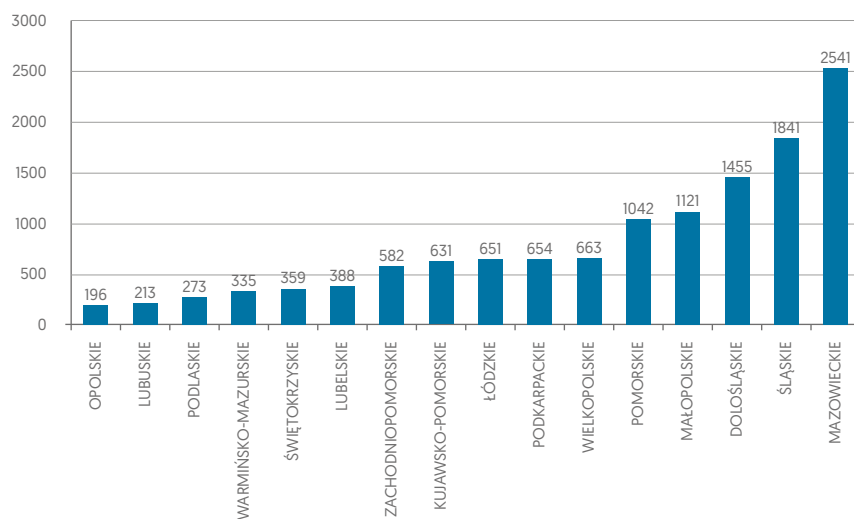


Rys. 11. Liczba autobusów miejskich według normy emisji EURO.



Analiza floty autobusów na poziomie województw wskazuje na bardzo duże różnice w liczebności między regionami. Największą liczbą autobusów miejskich dysponują województwa: mazowieckie (ponad 2500 sztuk), śląskie (ponad 1800) i dolnośląskie (ponad 1400). Na drugim końcu listy znajdują się województwa: opolskie, lubuskie i podlaskie, w których liczba rejestracji nie przekracza 300 sztuk.

Rys. 12. Liczba autobusów miejskich w podziale na województwa.

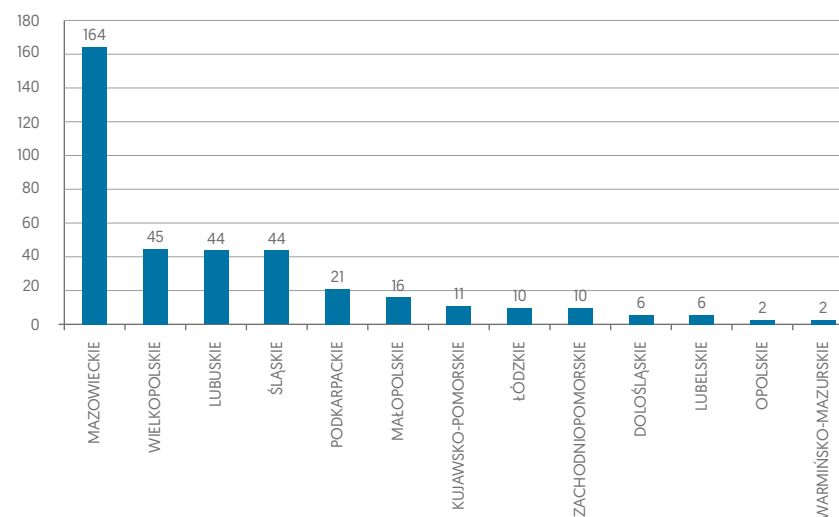


W przypadku autobusów elektrycznych zdecydowanie na pierwszym miejscu znajduje się woj. mazowieckie, w którym zarejestrowano prawie połowę krajowej floty takich pojazdów (43 proc.). Na tę pozycję wpłynął duży kontrakt z Solarisem z 2020 r., w ramach którego dostarczono do Warszawy 130 elektrobusesów przegubowych.



<sup>2</sup> Brak rejestracji na terenie województwa nie oznacza, że na terenie tych województw nie użytkuje się autobusów elektrycznych. W przypadku nabycia tego typu autobusów, np. w formie leasingu, pojazd jest rejestrowany w województwie, na którego terenie znajduje się siedziba leasingodawcy.

Rys. 13. Liczba autobusów elektrycznych w podziale na województwa.



Na drugim i trzecim miejscu w tym zestawieniu plasują się woj. wielkopolskie, lubuskie i śląskie. Jedynymi województwami, w których do tej pory nie zarejestrowano żadnego autobusu elektrycznego, są woj. pomorskie, podlaskie i świętokrzyskie<sup>2</sup>.

## 5. Całkowita elektryfikacja autobusów w Polsce do roku 2030/2035 – założenia

Jak już wcześniej wspomniano, Polska należy do europejskiej czołówki, jeśli chodzi o elektryfikację autobusów miejskich. Dzięki wsparciu finansowemu zarówno ze środków UE w ramach polityki spójności [Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020, oś priorytetowa VI „Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach”, działanie 6.1 „Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach”), jak i środków krajowych w ostatnich latach liczba autobusów zasilanych paliwami alternatywnymi dynamicznie rośnie, przy czym z uwagi przede wszystkim na koszty zakupu zdecydowanie najwięcej sprzedawanych jest autobusów CNG. Dziś autobusów na gaz ziemny jest czterokrotnie więcej niż autobusów elektrycznych.

Jednak w kolejnych latach w związku z przyjęciem nowego celu redukcji emisji CO<sub>2</sub> do 2030 r. [-55 proc.] i długoterminowym celem neutralności klimatycznej UE do 2050 r. możliwość uzyskania dofinansowania do zakupu takich autobusów zarówno w ramach nowej polityki spójności, jak i innych instrumentów finansowych stoi pod dużym znakiem zapytania. Co więcej, biorąc pod uwagę znikome korzyści w zakresie redukcji emisji CO<sub>2</sub> i innych zanieczyszczeń (tlenki azotu, cząstki stałe) w porównaniu do silników diesla najnowszej generacji dalsze inwestycje w pojazdy komunikacji publicznej napędzane CNG ze środków krajowych nie mają uzasadnienia ekonomicznego i ekologicznego. Jedynym dostępnym obecnie wyborem są inwestycje w transport zeroemisyjny, czyli autobusy elektryczne lub zasilane wodorem (wyposażone w ogniwa paliwowe).

W ostatnim czasie obserwujemy wzrost zainteresowania samorządów zakupem autobusów wodorowych. Jest to spowodowane głównie deklaracjami administracji centralnej w zakresie wspierania rozwoju gospodarki wodorowej, mimo że cena rynkowa takich autobusów znacznie przewyższa koszt zakupu autobusu elektrycznego. Dodatkowo, krajowa infrastruktura produkcji i dystrybucji wodoru jako paliwa dla środków transportu praktycznie nie istnieje i jej budowa będzie bardzo kosztowna. Nie bez znaczenia pozostają także dużo większe (w porównaniu do autobusów elektrycznych) koszty towarzyszące, które obejmują m.in. urządzenia do magazynowania i tankowania wodoru czy też dostosowanie hal i stanowisk do obsługi bieżącej i czynności serwisowych. Z tych powodów **na potrzeby niniejszego**

**opracowania scenariusz dekarbonizacji autobusów miejskich oparto na założeniu całkowitej elektryfikacji floty autobusów miejskich w dwóch horyzontach czasowych – do 2030 i 2035 r.**

### 5.1. Koszty zakupu autobusów elektrycznych

Analiza rozstrzygniętych przetargów na dostawę autobusów elektrycznych w 2020 roku wskazuje, że cena zakupu uzyskana w poszczególnych postępowaniach waha się od ok. 2,6 mln za autobus 12-metrowy, 2,8 mln zł za 15-metrowy i niemal 3,9 mln złotych za 18-metrowy autobus przegubowy. W dużej mierze cena zależy od wielkości zamówienia i od specyfikacji zamawianych pojazdów, w tym wyposażenia w systemy monitoringu, ładowania i wspomagania kierowcy.

Z uwagi na fakt, że zdecydowaną większość autobusów we flocie komunikacji miejskiej stanowią pojazdy 12 i 15-metrowe **na potrzeby analizy kosztów elektryfikacji przyjęto średnią cenę zakupu elektrobusego na poziomie 2,6 mln zł**. Ponadto, szacunki te opierają się na założeniu, że w najbliższych latach nie należy oczekiwać znaczącego spadku cen autobusów. Powodem jest rosnący popyt na rynku europejskim i rosnące oczekiwania nabywców dotyczące zasięgu, wyposażenia i bezpieczeństwa pojazdów. Dodatkowo, zakładamy, że spadek cen w czasie zostanie w pełni zrekompensowany przez inflację.

Możliwe są jednak obniżki wynikające z tzw. wspólnego zamówienia w ramach jednej umowy (dla przykładu, w Poznaniu przy zamówieniu sześciu sztuk koszt jednego pojazdu wyniósł 3,9 mln zł, a w Warszawie przy zakupie 130 autobusów koszt jednego nieznacznie przekraczał 3 mln zł). Zastosowanie koncepcji wspólnego zamówienia może więc znacząco obniżyć koszt zakupu i powinno być szeroko stosowane w programie elektryfikacji. Warunkiem powodzenia takich kontraktów jest jednak daleko idąca unifikacja specyfikacji technicznej zamawianych autobusów.



**W tej analizie przyjmujemy, że całkowita elektryfikacja floty autobusów komunikacji miejskiej oznacza wymianę 12 tysięcy autobusów, o ile ich liczba nie zmieni się znacząco w perspektywie 10–15 lat.**

## 5.2. Potencjał e-konwersji jako narzędzia obniżenia kosztów elektryfikacji autobusów

Mimo dynamicznego rozwoju technologii bateryjnej w autobusach miejskich i stałemu poszerzaniu oferty ze strony producentów, ceny elektrobusesów nadal są ponad dwukrotnie wyższe niż porównywalnych autobusów z silnikiem diesla lub napędzanych gazem ziemnym. Bariera cenowa jest zatem istotną przeszkodą w elektryfikacji flot autobusów miejskich, zwłaszcza w państwach mniej zamożnych, w tym w Polsce. Dotychczasowe krajowe doświadczenia i dostępne analizy wskazują jednoznacznie, że bez finansowego wsparcia zakup taboru elektrycznego przez operatorów komunikacji miejskiej jest nieopłacalny. W dotychczasowych programach wsparcia zakupów autobusów elektrycznych finansowanych ze środków europejskich i krajowych poziom dofinansowania był bardzo wysoki – sięgał 80 proc. kosztów kwalifikowanych. Utrzymanie tak wysokiego poziomu wsparcia przy realizacji programu całkowitej elektryfikacji wydaje się bardzo trudne do realizacji, nawet uwzględniając nowe środki przeznaczone na dekarbonizację transportu drogowego w ramach instrumentów finansowych UE. Dlatego też sposobem na obniżenie kosztów elektryfikacji autobusów może być wdrożenie programu konwersji autobusów z silnikiem diesla i napędzanych gazem ziemnym na napęd elektryczny.

W ostatnich latach na rynku pojawiły się firmy, które oferują gotowe rozwiązania dla konwersji autobusów dieslowskich na elektryczne. Dla przykładu, niemiecka firma E-trofit oferuje konwersję modelu Mercedes Citaro, a w 2021 chce konwertować także autobusy marki MAN Lion City. Wersje po konwersji, dzięki bateriom o pojemności do 300 kWh, mogą dysponować zasięgiem nawet 300 km. E-trofit uważa, że w ciągu najbliższych 10 lat dokona konwersji co najmniej 8000 autobusów, co oznacza, że w 2030 roku co dziesiąty autobus wchodzący na rynek byłby pojazdem po e-konwersji. W najbliższych latach firma planuje opracowanie zestawów do e-konwersji także dla innych, najbardziej popularnych

modeli autobusów elektrycznych w Europie. Warto podkreślić, że koszt e-konwersji oferowany przez E-trofit to 300–350 tys. euro w zależności od wielkości autobusu i wyposażenia oraz pojemności baterii. Przedstawiona kwota to zatem ok. 50% proc. średniej ceny zakupu nowego autobusu elektrycznego oferowanego przez producentów w przetargach.

Podobne do E-trofitu usługi e-konwersji możemy znaleźć również w ofertach takich firm jak brytyjski MAGTEC (specjalizujący się w konwersji autobusów dwupokładowych), niemiecka Tassima (starsze, wycieczkowe autobusy dwupokładowe bez dachu), fiński Linkeer (realizuje e-konwersje w Singapurze) i konsorcjum „I see electric buses” GreenTec (konwersje autobusów MAN).

Na uwagę zasługuje też wsparcie finansowe w wysokości 1 mln EUR, jakiego udzielił rząd Francji projektowi Green eBus realizowanemu przez firmę Greenmot. Jego celem jest opracowanie i komercjalizacja systemu e-konwersji używanych autobusów miejskich z silnikiem diesla. Przedstawiciele Greenmota podkreślają, że chcą także wyjść na inne rynki europejskie.

W Polsce podejmowano już próby dokonania konwersji autobusów na napęd elektryczny. Pionierem w zakresie e-konwersji był gdyński operator sieci trolejbusowej. W czasach, gdy polskie samorzady nie mogły jeszcze liczyć na środki unijne, konwersja dostępnego taboru miała być sposobem na nadrobienie wieloletnich zaległości inwestycyjnych w nowe pojazdy. Było to przedsięwzięcie, które umożliwiło w szybki sposób, w czasach przed dostępnością środków unijnych wymianę taboru i nadrobienie wieloletnich zaległości inwestycyjnych w segmencie trolejbusów.

W latach 90. i w pierwszej dekadzie XX w. koszty zakupu nowego trolejbusu – jeszcze niewyposażonego w baterie umożliwiające jazdę bez sieci trakcyjnej – były około dwukrotnie wyższe od kosztów zakupu nowego autobusu z silnikiem diesla. Podczas gdy w komunikacji autobusowej już inwestowano powszechnie w nowoczesne pojazdy niskopodłogowe – nowe i używane – wśród floty trolejbusów w Polsce nadal dominowały wysokopodłogowe



Jelcze. Na rynku wtórnym nie było bowiem trolejbusów niskopodłogowych, przez co coraz wyraźniej zarysowywały się różnice pomiędzy niskopodłogowymi autobusami, a bezemisyjnymi, ale jednak już dość leciwymi, starej konstrukcji trolejbusami.

W reakcji na postulaty pasażerów, Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej Sp. z o.o. w Gdyni zdecydowało się wówczas na konwersję używanych autobusów niskopodłogowych na trolejbusy. Początkowo do przebudowy wybrano pojazdy marki Mercedes-Benz O405N, ponieważ takie autobusy były już eksploatowane w gdyńskiej komunikacji miejskiej i cieszyły się dobrą opinią pasażerów, pracowników zaplecza technicznego oraz kierowców.

Operator trolejbusowy starał się pozyskiwać autobusy o niewielkim przebiegu, z rynku niemieckiego – eksploatowane w przedsiębiorstwach komunalnych w mniejszych miastach. Nabywane pojazdy w większości były w bardzo dobrym stanie technicznym, a pozbywano się ich w Niemczech z racji zakończenia planowej, 10-letniej eksploatacji. Zbędne elementy napędu autobusowego – silniki, skrzynie biegów i wszelki osprzęt – odsprzedawano. Początkowo do konwertowanych autobusów przekładano aparaturę elektryczną z wycofywanych z eksploatacji starych trolejbusów marki Jelcz. Przy okazji pojazdy poddawano gruntownej estetyzacji – malowano z zewnątrz, wyposażano w wyświetlacze liniowe, nową tapicerkę i wykładziny we wnętrzu. Pojazdy sprawiające wizualnie wrażenie fabrycznie nowych pozyskiwano za około jedną czwartą ceny tych ostatnich. Stary typ napędu pierwszych konwertowanych trolejbusów generował dość wysokie zużycie energii elektrycznej, nie miał możliwości zwrotu energii hamowania do sieci trakcyjnej oraz powodował charakterystyczne szarpnięcia podczas rozruchu (typowe dla konstrukcji stycznikowych). Idea konwersji stopniowo więc ewaluowała. Kolejne pojazdy wyposażano już w napędy nowej generacji [prześciowo impulsowy, potem energoelektroniczny napęd asynchroniczny] i baterie akumulatorów niklovo-kadmowych, które umożliwiały pokonanie 3 km dystansu bez sieci trakcyjnej. Ostatnie konwertowane pojazdy bazowały już też na nadwoziach autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i Solaris Urbino 12. Z powodu tych zmian (nadwozia, napędu i baterii) koszt konwersji wzrósł do ok. 40 proc. ceny pojazdów fabrycznie nowych. Łącznie w latach 2004–2014 w procesie konwersji powstały w Gdyni 33 trolejbusy

[28 szt. z autobusów Mercedes-Benz O405N lub O405N2, 2 szt. z autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i 3 szt. z autobusów Solaris Urbino 12].

Projekt konwersji z założenia był przedsięwzięciem co najwyżej średniookresowym i jako taki spełnił doskonale swoje zadanie – przebudowanymi trolejbusami niskopodłogowymi zastąpiono anachroniczne pojazdy marki Jelcz. Uzyskano jakość pojazdów porównywalną z autobusami, przy umiarkowanych nakładach. Kres konwersji nastąpił po tym, gdy miasta otrzymały możliwość taniego finansowania nowego taboru ze środków unijnych (głównie w ramach polityki spójności), w którym wkład własny samorządów był porównywalny lub niższy od kosztów przebudowy starych pojazdów. Zrealizowany w Gdyni projekt konwersji autobusów z silnikiem diesla na trolejbusy stał się wizytówką gdyńskiej komunikacji trolejbusowej i odbił się szerokim echem w całej Europie. W dostępności finansowania ze środków UE (głównie w ramach polityki spójności) na wymianę taboru komunikacji publicznej w miastach. Dzięki wysokiemu poziomowi dofinansowania (nawet do 90%), wymagany wkład własny był porównywalny lub nawet niższy od kosztów przebudowy. To spowodowało rezygnację z kontynuacji programu konwersji autobusów.

Podsumowując, warto podkreślić, że projekt wpłynął na zmianę postrzegania komunikacji trolejbusowej przez mieszkańców i umożliwił szybkie zrównanie standardu jej taboru z komunikacją autobusową. Konwersja autobusów z silnikiem diesla na trolejbusy stała się w branży swoistą wizytówką gdyńskiej komunikacji trolejbusowej i odbiła się szerokim echem w całej Europie. W 2012 r. w ramach realizowanego europejskiego programu „Trolley” – finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego – przedstawiciele gdyńskiego operatora we współpracy z ekspertami z Politechniki Gdańskiej opracowali i wydali przewodnik po procesie konwersji autobusów z silnikiem diesla na trolejbusy elektryczne.

W przypadku autobusów miejskich dotychczas nie doszło do komercjalizacji e-konwersji we flotach obsługujących polskie miasta. Kilka lat temu warszawska firma MEDCOM stworzyła prototyp elektrycznego Solarisa przerobionego z napędu diesla, ale to rozwiązanie – mimo pozytywnych wyników testów – nie zostało wdrożone komercyjnie. Dziś, gdy operatorzy

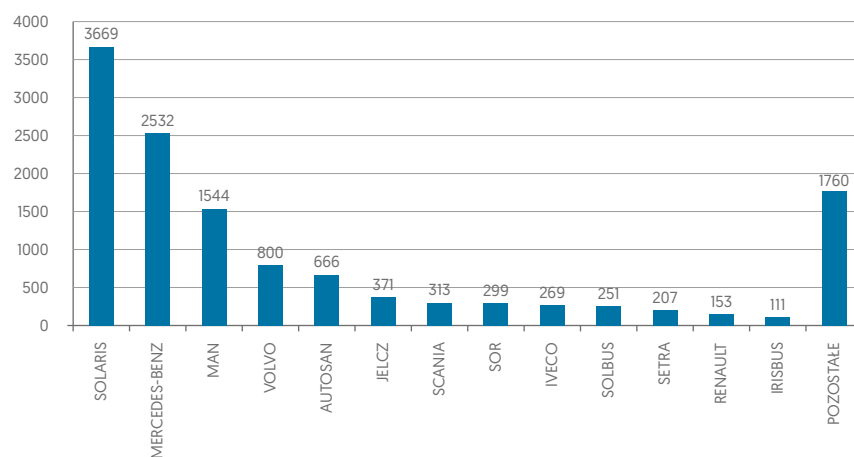




muszą wypełnić cele określone w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych<sup>3</sup>, a także zapewnić odpowiednią liczbę pojazdów zeroemisyjnych, zainteresowanie konwersją może znacząco wzrosnąć.

Warta rozważenia jest propozycja ustanowienia (np. przez NCBiR) krajowego programu badawczo-rozwojowego, który miałby na celu opracowanie i komercjalizację rozwiązań e-konwersji dla najbardziej popularnych modeli autobusów miejskich z silnikiem diesla i napędzanych gazem ziemnym (konwersja autobusów na CNG jest tańsza niż autobusów z silnikiem diesla, ze względu na wzmocnioną konstrukcję dachu, na którym umieszczone są zwykle zbiorniki CNG). Z analizy danych wynika, że taki program byłby ekonomicznie uzasadniony w przypadku autobusów Solarisa (ponad 3600 sztuk na polskich drogach), Mercedesa (ponad 2500 szt.), MAN-a (ponad 1500 szt.) i Volvo (800 szt.). Pojazdy wymienionych producentów stanowią niemal 70 proc. krajowej floty autobusów miejskich.

Rys. 14. Liczba autobusów miejskich w podziale na producenta.



<sup>3</sup> Zgodnie z ustawą z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych jednostka samorządu terytorialnego, z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 tys., świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki samorządu terytorialnego wynosi co najmniej 30 proc., przy czym cele pośrednie wynoszą odpowiednio: 5 proc. – od 1 stycznia 2021 r.; 10 proc. – od 1 stycznia 2023 r. i 20 proc. – od 1 stycznia 2025 r.

<sup>4</sup> Witold Urbanowicz, Przebiegi autobusów do podwojenia. Warszawa przed elektryczną rewolucją, online, transport-publiczny.pl, 11 maja 2016, <https://bit.ly/3eyfZTM>.

Konwersja umożliwiłaby znaczną obniżkę kosztów elektryfikacji. Przy wdrożeniach powtarzalnych i dotyczących większej liczby autobusów szacuje się, że średni koszt konwersji – w ramach wspomnianego wcześniej programu krajowego – mógłby wynieść ok. 850 tys. zł, byłby więc znacząco niższy od kosztu zakupu nowego autobusu z silnikiem diesla lub CNG.

Biorąc to pod uwagę, analizujemy trzy scenariusze elektryfikacji autobusów miejskich:

- konwersja 0, czyli elektryfikacja polegająca wyłącznie na zakupie nowych autobusów elektrycznych w miejsce wycofywanych autobusów z silnikiem spalinowym;
- konwersja 25, w której zabiegowi e-konwersji zostanie poddanych 25 proc. używanych dziś autobusów z silnikami spalinowymi;
- konwersja 80, w której 80 proc. używanych autobusów z silnikami spalinowymi zostanie skonwertowanych na elektryczne.

Z uwagi na ograniczenia techniczne, obejmujące m.in. wyjątkowo duży stopień wyeksploatowania, ograniczenia wiekowe pojazdu [10–12 lat] czy zniszczenia pojazdów na skutek zdarzeń drogowych, nie zakładamy możliwości konwersji dla wszystkich dziś eksploatowanych autobusów z silnikami spalinowymi.

### 5.3. Koszty infrastruktury ładowania

Uzupełnianie energii elektrycznej w akumulatorach autobusów miejskich może odbywać się na dwa sposoby. Najpopularniejszym jest podłączenie autobusu do stacji ładowania za pomocą kabla z odpowiednią wtyczką (tzw. system plug-in). Takie systemy stosowane są powszechnie w zajezdniach autobusowych w trakcie postoju pojazdu, głównie w godzinach nocnych. Ładowanie typu plug-in jest trudniejsze na trasie, gdy nie ma dostatecznie dużo czasu na uzupełnienie zużytej energii (przy ładowaniu baterii w punktach z prądem stałym o mocy 40–50 kW ten proces trwa od czterech do sześciu godzin). Z drugiej strony ładowanie autobusów tylko w zajezdni znacząco ogranicza ich przebiegi – jak wykazała analiza sporządzona przez MZA w Warszawie nawet o połowę w porównaniu z autobusami z silnikiem diesla<sup>4</sup>. Koszty zakupu i montażu stacji ładowania plug-in w zajezdni, zapewniającej moc 100 kW

[dwa punkty umożliwiające jednoczesne ładowanie dwóch autobusów z mocą 50kW każdy], oscylują w granicach 120 tys. zł. Na potrzeby tej analizy przyjmujemy, że w ramach elektryfikacji floty autobusów niezbędny będzie zakup i montaż w zajezdniach jednej ładowarki o mocy 100 kW z dwoma punktami ładowania 50 kW dla każdego z dwóch autobusów elektrycznych. Przy takim założeniu liczba stacji plug-in w skali kraju powinna wynieść ok. 6 000 sztuk.

Aby uniknąć konieczności zjazdu autobusu do zajezdni, stosuje się też rozwiązania umożliwiające szybkie uzupełnianie energii na przystankach końcowych. Pojazdy są wtedy ładowane na ładowarkach kontaktowych (pantografowych) – autobus łączy pantograf zamontowany na dachu z listwą zasilającą stacji ładowania umieszczoną nad stanowiskiem postojowym (możliwe jest także zamontowanie listwy na autobusie, a pantografów na stacjach). W ciągu kilku minut rozkładowego postoju autobus może uzupełnić energię w stopniu umożliwiającym przejechanie 30–40 km, czyli zwykle dwukrotną długość danej trasy. Ten rodzaj ładowania jest droższy od ładowarek typu plug-in, głównie z powodu większej mocy ładowania, sięgającej nawet 500 kW. Koszt zakupu ładowarki pantografowej szacuje się na ok. 400 tys. zł (takie koszty zanotowano podczas przetargów w Poznaniu i Warszawie). Trudno jednak określić, jak duża powinna być liczba tego rodzaju ładowarek z uwagi na różną specyfikę tras rozkładowych w poszczególnych miastach. Zakładamy – po analizie zamówień realizowanych do tej pory i biorąc pod uwagę cel pełnej elektryfikacji – że jedna stacja pantografowa powinna przypadać na 20 e-autobusów. Oznacza to, że w ramach programu elektryfikacji będzie musiało powstać ok. 600 tego typu stacji ładowania.

#### 5.4. Inne koszty związane z elektryfikacją

Zakup i eksploatacja autobusów elektrycznych wiąże się także z koniecznością realizacji dodatkowych inwestycji na zajezdniach, takich jak przystosowanie hali serwisowej i hali przeglądów codziennych, zakup dodatkowych narzędzi, szkolenia pracowników, przebudowa placu postojowego itd. **Przyjmujemy, że pozostałe koszty związane z elektryfikacją floty autobusów stanowią będą nie więcej niż 5 proc. kosztów zakupu autobusów elektrycznych w scenariuszu braku konwersji (konwersja 0, koszty inne).**



Tabela 1. Szacunki kosztów projektu całkowitej elektryfikacji floty autobusów w Polsce, w PLN.

| Scenariusz   |           | Koszt nabycia autobusów | Koszt infrastruktury ładowania | Koszty inne | Suma kosztów        |
|--------------|-----------|-------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------|
| Konwersja 0  |           | 31 250 mln              | 960 mln                        | 1562,5 mln  | <b>33 772,5 mln</b> |
| Konwersja 25 | nowe      | 23 437,5 mln            | 960 mln                        | 1562,5 mln  | <b>28 616,5 mln</b> |
|              | konwersja | 2 656,25 mln            |                                |             |                     |
| Konwersja 80 | nowe      | 6250 mln                | 960 mln                        | 1562,5 mln  | <b>17 272,5 mln</b> |
|              | konwersja | 8500 mln                |                                |             |                     |

Wykonane wyliczenia wskazują, że **w przypadku elektryfikacji opartej wyłącznie na stopniowej wymianie autobusów na nowe autobusy elektryczne łączne koszty sięgają niemal 34 mld złotych. Zastosowanie konwersji może obniżyć koszty niemal o połowę w przypadku scenariusza konwersja 80 lub o 15 proc. w przypadku scenariusza konwersja 25.**

Przy tak wysokich kosztach całkowitych realizacja programu całkowitej elektryfikacji floty autobusów miejskich w Polsce do końca roku 2030 wydaje się mało realna, biorąc pod uwagę, że mogłaby zostać rozpoczęta najwcześniej w 2022 r. Średni roczny koszt wyniósłby – w zależności od scenariusza – od 1,9 mld zł [scenariusz konwersja 80] do ponad 3,7 mld zł [scenariusz konwersja 0]. Dużo bardziej realistycznie wygląda perspektywa realizacji programu elektryfikacji do końca 2035 roku. W tym przypadku średnie koszty roczne wyniosłyby od ok. 1,2 mld zł [scenariusz konwersja 80] do ponad 2,4 mld zł rocznie [scenariusz konwersja 0]. W przypadku podjęcia realizacji programu elektryfikacji instrumentem wspierającym powinien być zakaz zakupu (w ramach zamówień publicznych) autobusów z silnikami spalinowymi, który powinien zacząć obowiązywać najpóźniej w 2025 r.

## 6. Źródła finansowania

Realizacja tak ambitnego programu jakim jest elektryfikacja autobusów miejskich wymagać będzie wsparcia finansowego dla samorządów. Dotychczas realizowane programy wsparcia zakupu autobusów elektrycznych przewidywały dofinansowanie nawet 80 proc. kosztów kwalifikowanych. Wykonywane przez samorządy analizy kosztów wykorzystania autobusów zeroemisyjnych [wynikające z ustawy o elektromobilności] dość jednoznacznie wskazują, że bez znaczącego wsparcia finansowego zakup takich pojazdów nie jest ekonomicznie uzasadniony. Należy zatem przyjąć, że realizacja programu elektryfikacji autobusów będzie możliwa tylko w sytuacji znaczącego wsparcia finansowego samorządów. Jednocześnie, biorąc pod uwagę skalę inwestycji, pieniądze będą musiały płynąć zarówno ze źródeł zagranicznych, jak i krajowych.

### 6.1. Środki UE

Przyjęty w grudniu 2020 roku budżet Unii Europejskiej wraz z towarzyszącymi mu dodatkowymi instrumentami finansowymi jest najbardziej „zielonym” budżetem w historii UE. Polska koperta przeznaczona na realizację celów klimatyczno-energetycznych wyniesie ok. 29 mld euro w postaci grantów i ok. 12,5 mld euro dostępnych w formie pożyczek. Należy jednak zaznaczyć, że dodatkowe środki w ramach Instrumentu Odbudowy i Odporności oraz React EU muszą zostać alokowane i wydatkowane (zakontraktowane) stosunkowo szybko, bo w ciągu najbliższych dwóch-trzech lat.

Tym większego znaczenia nabiera konieczność uwzględnienia w Krajowym Planie Odbudowy (KPO) zadań związanych z dekarbonizacją transportu drogowego, w tym realizacji przynajmniej pierwszego etapu projektu elektryfikacji autobusów miejskich. Dekarbonizacja transportu publicznego została uwzględniona w ograniczonym zakresie w projekcie Krajowego Planu Odbudowy (KPO). W upublicznionym w czerwcu 2021 projekcie KPO proponuje się dofinansowanie zakupu ok. 1 200 zeroemisyjnych autobusów miejskich oraz zakup i montaż wymaganej infrastruktury ładowania i tankowania. To jednak pozwoli na zelektryfikowanie zaledwie 10% obecnej floty autobusów miejskich w naszym kraju. Elektryfikacja autobusów miejskich byłaby pionierskim projektem dekarbonizacji w skali Unii Europejskiej, dzięki

Tabela 2. Źródła finansowania celów proklimatycznych w nadchodzących latach w ramach środków UE, kwoty w mld euro.

| Źródło finansowania                               | Środki dla Polski | Udział grantów na cele związane z realizacją celów polityki klimatyczno-energetycznej | Podstawa przyznania                            | Okres alokacji                                    |
|---|-------------------|---|--|---|
| Fundusz Sprawiedliwej Transformacji               | 3,8 [1,9]         | 3,8 [1,9]   | Terytorialne Plany Sprawiedliwej Transformacji | 2021–2027   |
| Polityka spójności (rozwój regionalny i spójność) | 52,7              | 16,5  | Umowa partnerstwa                              | 2021–2027   |
| Instrument Odbudowy i Odporności                  | 23,1              | 8,5   | Krajowy Plan Odbudowy                          | 70 proc. w latach 2020–2022 oraz 30 proc. od 2023 |
| Fundusz Sprawiedliwej Transformacji               | 2                 | 2   | Terytorialne Plany Sprawiedliwej Transformacji | 2021–2024   |
| Polityka spójności (React EU)                     | 2                 | 0,5   | Przedłużenie planów WRF na lata 2014           | 2020–2022   |

Źródło: Komisja Europejska.



któremu Polska mogłaby się przedstawiać jako państwo aktywnie podejmujące działania w zakresie realizacji celów klimatyczno-energetycznych.

## 6.2. Środki krajowe

Głównym krajowym depozytariuszem środków na cele proklimatyczne i prośrodowiskowe jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), który zarządza także Funduszem Niskoemisyjnego Transportu. NFOŚiGW będzie pełnił kluczową rolę w zakresie wspierania rozwoju nisko- i zeroemisyjnego transportu publicznego. Pierwszym znaczącym krokiem na tej drodze jest realizacja krajowego programu wsparcia zeroemisyjnej komunikacji miejskiej „Zielony Transport Publiczny”. Budżet trzyletniego programu finansowanego „a priori” ze środków planowanych do uzyskania w ramach Krajowego Planu Odbudowy wynosi 2 mld zł i w jego ramach wspierany jest zakup autobusów zeroemisyjnych (elektrycznych i wodorowych), trolejbusów oraz zakup i montaż niezbędnej infrastruktury. W ciągu dwóch tygodni wnioski złożone w ramach pierwszego naboru wyczerpały dostępną pulę, co należy uznać za sukces. Drugi nabór wniosków, rozpoczęty w dniu 1 września 2021 roku również cieszy się dużym zainteresowaniem.

Szacuje się, że w przypadku realizacji scenariusza Konwersja 80 połączone środki krajowe i unijne pozwoliłyby na realizację programu elektryfikacji autobusów miejskich w zakresie zakupu nowych autobusów oraz kosztów zakupu i montażu infrastruktury. Z dokonanych oszacowań wynika, że w tym przypadku minimalny poziom dofinansowania powinien wynosić co najmniej 60% aby zapewnić koszty pozyskania taboru porównywalne do taboru z silnikiem spalinowym lub zasilanym CNG.

Koszty związane z programem konwersji autobusów na napęd elektryczny są szacowane na poziomie niższym niż zakup nowych pojazdów z silnikiem diesla lub zasilanych CNG. Dlatego też w tej części programu elektryfikacji intensywność wsparcia może być dużo niższa.



## 7. Wpływ elektryfikacji na gospodarkę

Dla realizacji programu elektryfikacji ważne jest zbudowanie krajowego potencjału w zakresie konwersji na napęd elektryczny. W scenariuszu Konwersja 80 przewiduje się poddanie procesowi konwersji niemal 10 tysięcy autobusów. Jest to liczba znacząca, w naturalny sposób mobilizująca do rozwoju tego typu technologii i usług. Dlatego proponuje się ustanowienie przez NCBiR krajowego programu mającego na celu opracowanie i komercjalizację technologii konwersji autobusów, ukierunkowanych na marki i modele autobusów najczęściej spotykanych obecnie we flotach autobusów miejskich w kraju. Wsparcie opracowania powtarzalnych i publicznie dostępnych technologii pozwoli na znaczne obniżenie kosztów konwersji. Dzięki takiemu rozwiązaniu konwersja mogłaby być realizowana własnymi siłami przez wielu operatorów komunikacji publicznej, zwłaszcza w dużych miastach. Przykład realizowanej własnymi siłami gdyńskiego operatora projektu konwersji autobusów dieslowskich na trolejbusy dowodzi, że jest to możliwe i wykonalne.

W przypadku mniejszych miast realizacja konwersji własnymi siłami może być trudna i zbyt kosztowna. Wydaje się jednak, że zadania związane z konwersją mogą być atrakcyjnym obszarem działalności dla niektórych krajowych producentów autobusów, takich jak przeżywający obecnie trudności finansowe Autosan czy też dopiero wkraczająca na rynek spółka ARP e-vehicles (dawniej Rafako E-bus). Obie firmy mają już doświadczenie w budowie autobusów elektrycznych i uruchomienie usługi konwersji może stać się nowym, atrakcyjnym obszarem biznesowym.

Analizując potencjalny wpływ elektryfikacji na krajową gospodarkę należy zwrócić uwagę na możliwość szybszego rozwoju krajowego zaplecza produkcyjnego. Polska jest obecnie czołowym producentem autobusów elektrycznych w Europie. W praktyce co drugi autobus trafiający na ulice europejskich miast wyjeżdża z fabryki zlokalizowanej w naszym kraju – Solaris, Volvo, MAN czy Scania. Wkrótce na rynek trafią także elektryczne autobusy od ARP e-vehicles (dawniej Rafako E-bus), która ma atrakcyjną ofertę w segmencie MIDI. Realizacja krajowego programu elektryfikacji oznaczałaby wykreowanie rynku na sprzedaż 10–18 tys. autobusów elektrycznych w ciągu najbliższych 15 lat. Firmy mające swoje moce produkcyjne na terenie naszego kraju znalazłyby się w zdecydowanie lepszej sytuacji w porównaniu

Rys. 15. Lokalizacja fabryk autobusów elektrycznych w Polsce.



do konkurencji. Nie jest również wykluczone, że w tej sytuacji Polska mogłaby być dla wielu firm atrakcyjną lokalizacją fabryk ogniw, akumulatorów trakcyjnych i komponentów niezbędnych do ich budowy. Koncern Yutong, jeden z największych producentów elektrycznych autobusów na świecie, poważnie rozważa zlokalizowanie fabryki autobusów w Europie, natomiast jego konkurent BYD rozbudowuje swoje moce produkcyjne na Węgrzech.

Konwersja może być również wielką szansą na rozwój firmy Autosan. Firma z Sanoka, kontrolowana obecnie przez Polską Grupę Zbrojeniową ma w swojej ofercie modele elektryczne, ale znajduje się w trudnej sytuacji finansowej i szuka nowego inwestora. Jej zaangażowanie w program konwersji autobusów może stać się impulsem do rozwoju i dalszego rozwoju na trudnym rynku europejskim.

Elektryfikacja to nie tylko autobusy. To również konieczność zbudowania infrastruktury do ich ładowania. W tym obszarze polskie firmy również odnoszą sukcesy. Zielonogórska Ekoenergetyka-Polska S.A., dostarczająca zarówno rozwiązania pantografowe wysokiej mocy, jak i stacje ładowania typu plug-in na zajezdniach, obecna jest na wielu rynkach europejskich, także na najbardziej wymagających rynkach skandynawskich. Silną pozycję ma również warszawski MEDCOM, który realizuje wiele kompleksowych zamówień krajowych. Elektryfikacja autobusów miejskich będzie ogromną szansą na dalszy rozwój i budowę potencjału umożliwiającego ekspansję nie tylko na rynki europejskie, ale także azjatyckie i południowoamerykańskie, gdzie dynamika rozwoju zeroemisyjnej komunikacji autobusowej jest obecnie największa.



## 8. Program elektryfikacji na tle tendencji europejskich

Ustanowienie i realizacja krajowego programu elektryfikacji autobusów miejskich wpisuje się w coraz silniejszy trend dekarbonizacji transportu publicznego w Unii Europejskiej. W ostatnich latach podjętych zostało wiele inicjatyw mających na celu rozwój transportu zeroemisyjnego, zwłaszcza na obszarze miast. W 2015 roku operatorzy autobusów w Holandii podjęli zobowiązanie, że od 2025 roku będą nabywać wyłącznie autobusy zeroemisyjne, tak by do 2030 r. cała ich flota była neutralna dla klimatu. Dziś co piąty zarejestrowany w Holandii autobus jest elektrykiem (1100 szt.), a w 2021 r. flota holenderskich elektrobusów powiększyła się o kolejne 500 szt. Program elektryfikacji rozpoczęła także Irlandia – w grudniu 2020 roku ogłoszono przetarg na dostawę 800 elektrycznych autobusów. Elektryczne dwupokładowce mają zasilić floty operatorów w irlandzkich miastach do końca 2025 roku.

Programy elektryfikacji realizowane są także samodzielnie przez władze lokalne. Przykładem jest Hamburg, który w ramach zakończonych w 2020 roku postępowań zakontraktował 530 elektrobusów od trzech dostawców (w tym od Solarisa). Dzięki temu już za 5 lat cała miejska flota autobusów zostanie zelektryfikowana.

W przypadku Polski elektryfikacja floty autobusów miejskich mogłaby stanowić także oczekiwany impuls do rozwoju stref czystego transportu. Trudno sobie wyobrazić takie strefy bez zapewnienia na ich obszarze nowoczesnej i efektywnej zeroemisyjnej komunikacji publicznej. Kolejne ograniczenia w poruszaniu się samochodami osobowymi mają sens, jeśli dostępne są alternatywne środki transportu – taką właśnie rolę może pełnić transport miejski oparty na autobusach elektrycznych.

Obiecującym sygnałem jest także przyjęcie przez rząd w lutym 2020 r. Polityki Energetycznej Polski do roku 2040, w której za jeden z priorytetów uznano całkowitą elektryfikację transportu publicznego do roku 2030 w miastach pow. 100 tys. mieszkańców (przy założeniu, że od roku 2025 możliwy byłby zakup jedynie zeroemisyjnych pojazdów komunikacji miejskiej).

Całkowita elektryfikacja miejskiego transportu autobusowego do roku 2035 wpisywałaby się zatem w już planowane działania określone w dokumentach strategicznych.

