

Tadeusz Pindór • Mariusz Trela

PERSPEKTYWY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU DROGOWEGO W POLSCE DO 2030 ROKU

Tadeusz Pindór, dr hab. inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza

Mariusz Trela, dr inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza

adres korespondencyjny:

Wydział Zarządzania

ul. A. Gramatyka 10, 30-067 Kraków

e-mail: tpindor@zarz.agh.edu.pl

PERSPECTIVE ON THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE ROAD TRANSPORTATION IN POLAND UNTIL 2030

SUMMARY: The paper presents the chances of realization the principles of sustainable development into one of the most important components of the economy – road transportation. The article presents legal acts valid in the European Union and Poland in the field of sustainable road transport, determining short-and long-term goals. Taken actions to ensure realization of existing legislation so as possible and necessary solutions, which could reduce harmful influence of using cars on environment until to 2030 were outlined.

The article presents a calculation of the difference in the emission of various pollutants from road transport between the conventionally powered vehicles and non-polluting vehicle – an electric cars. Afterwards the external costs resulting from the emissions of these substances were calculated. Moreover data with prices and the anticipated costs of operating vehicles using different types of engines were compared that. On this basis, conclusions concerning the economic efficiency of the purchase and operation an electric vehicle were drawn.

KEY WORDS: road transport, external costs, pollutants emission, electric vehicles

Wstęp

Uzależnienie rozwoju kraju od transportu jest niepodważalne, tak samo jak występowanie kosztów zewnętrznych wynikających z transportu. Są one różne w zależności od gałęzi transportu i w związku z tym różne są mechanizmy mające na celu redukcję niekorzystnych efektów zewnętrznych, będących ich źródłem.

Celem artykułu jest przedstawienie działań już podjętych oraz możliwych do podjęcia w zakresie zmniejszenia niekorzystnych efektów zewnętrznych wynikających z eksploatacji pojazdów w gałęzi transportu drogowego, a także wyciągnięcie wniosków dotyczących opłacalności zakupu i eksploatacji pojazdów elektrycznych.

Wybór gałęzi transportu drogowego wynika z faktu, że w Polsce ma ona największy udział w całkowitej pracy przewozowej – 71,6%¹. Zaprezentowane w artykule rozważania sięgają 2030 roku, co wynika z przyjęcia właśnie tego roku jako punktu odniesienia zarówno w polskim², jak i europejskim³ prawodawstwie dotyczącym transportu drogowego.

Aktualnie propagowanym, zarówno przez decydentów, jak i przez niektórych producentów samochodów, sposobem rozwiązania problemu emisji zanieczyszczeń z transportu są pojazdy elektryczne. Należy jednak pamiętać, że w gospodarkach o takiej strukturze jak gospodarka polska, energia elektryczna służąca do zasilania pojazdów pochodzi przede wszystkim ze spalania węgla kamiennego oraz brunatnego, co nie eliminuje problemu emisji, a jedynie przesuwają go na inny etap tworzenia produktu, jakim jest usługa przewozowa.

W artykule przedstawiono zestawienie kosztów zewnętrznych wynikających z eksploatacji pojazdów zasilanych konwencjonalnie oraz elektrycznie z uwzględnieniem emisji zanieczyszczeń wynikającej z produkcji energii elektrycznej w polskich warunkach. Takie zestawienie, wraz z uwzględnieniem kosztów eksploatacji pojazdów, umożliwi przedstawienie wniosków uzasadniających bądź nieuzasadniających użycie pojazdów elektrycznych.

Zmiany pracy przewozowej i emisji zanieczyszczeń w transporcie drogowym

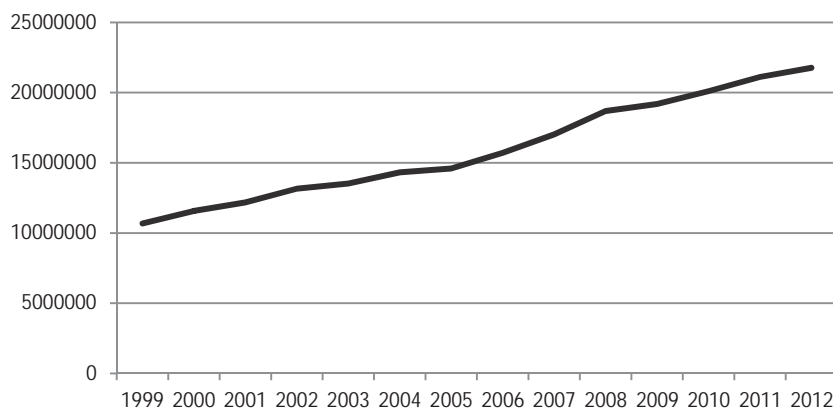
W Polsce systematycznie wzrasta liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych. Wynika to przede wszystkim ze wzrostu gospodarczego, który z jednej strony umożliwia coraz większej liczbie obywateli zakup własnego samochodu, a z drugiej powoduje wzrost zapotrzebowania na usługi transportowe,

¹ *Transport. Wyniki działalności w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013, s. 78.

² Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku) z dnia 22 stycznia 2013 roku.

³ *Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportowego – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM(2011) 144.

Rysunek 1
Liczba zarejestrowanych pojazdów w Polsce w latach 1999-2012 [szt.]



Źródło: *Transport. Wyniki działalności w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2013.

co determinuje konieczność zakupu większej liczby pojazdów użytkowych. Gdy do tych czynników doda się jeszcze funkcjonujące w Polsce przeświadczenie o tym, że samochód jest dobrem luksusowym i świadczy o pozycji społecznej, to nie dziwi dynamika wzrostu liczby zarejestrowanych pojazdów przedstawiona na rysunku 1.

Procentowy wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów w 2012 roku w stosunku do 1999 roku, z podziałem na poszczególne kategorie jest następujący:

- samochody osobowe – 102%;
- samochody ciężarowe – 122%;
- autobusy – 27%.

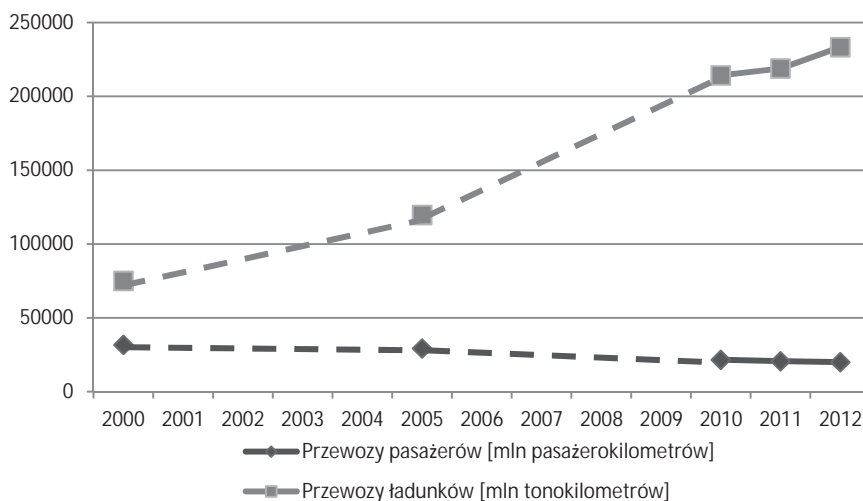
Stosunkowo mały wzrost w kategorii autobusy należy wytłumaczyć likwidacją państwowych przedsiębiorstw komunikacji międzymiastowej oraz metodologią gromadzenia danych przez Główny Urząd Statystyczny. Dane nie zawierają pojazdów zarejestrowanych przez przedsiębiorstwa zatrudniające do 9 osób, co w przypadku polskiego rynku przewozów autobusowych, na którym funkcjonuje bardzo dużo małych firm obsługujących pojedyncze trasy tak zwanymi busami, znacząco zniekształca rzeczywisty obraz. Nie zmienia to jednak ogólnego odbioru zmian na rynku pojazdów samochodowych, cechującego się około 100% wzrostem liczby wszystkich zarejestrowanych pojazdów w latach 1999-2012.

Wraz za wzrostem liczby zarejestrowanych pojazdów ciężarowych, wzrastała również wykonana przez nie praca przewozowa, a w przypadku pojazdów kategorii autobusy pomimo wzrostu liczby zarejestrowanych pojazdów, praca przewozowa się zmniejszyła. Zależności te zaprezentowano na rysunku 2.

Praca przewozowa w kategorii samochody ciężarowe zwiększyła się o 211%, a w kategorii autobusy zmniejszyła się o 37%. Spadek ten wynika nie tylko z me-

Rysunek 2

Praca przewozowa w Polsce w latach 2000-2012 dla kategorii: samochody ciężarowe [tonokilometry] oraz autobusy [pasażerokilometry]



Źródło: *Transport. Wyniki działalności w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2013.

toologii gromadzenia danych, ale także z faktu substytucji transportu zbiorowego transportem prywatnym, co jest następstwem dużej dynamiki wzrostu liczby zarejestrowanych samochodów osobowych.

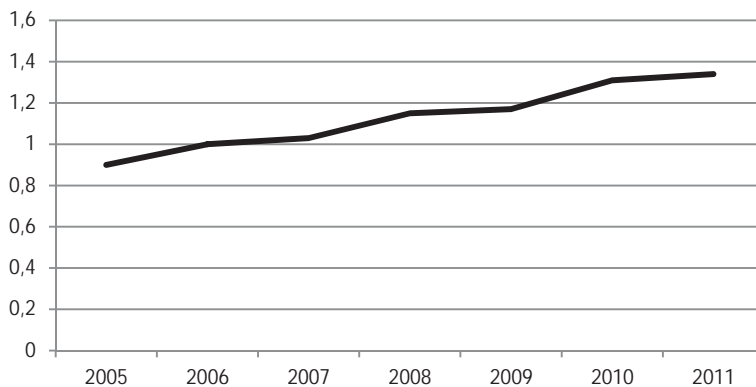
Biorąc pod uwagę przedstawione dane historyczne, analizując aktualną sytuację rynku motoryzacyjnego w Polsce oraz uwzględniając uwarunkowania psychologiczne obywateli w odniesieniu do pojazdów samochodowych można założyć, że do 2030 roku liczba zarejestrowanych pojazdów będzie się zwiększać⁴. Wzrost ten jednak powinien cechować się znacznie mniejszą dynamiką niż zanotowaną w latach 1999-2012, szczególnie w odniesieniu do samochodów osobowych. Wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów ciężarowych może wykazywać większą dynamikę niż w przypadku samochodów osobowych, co będzie następstwem zwiększania się zapotrzebowania na pracę transportową. W przypadku kategorii autobusów nie ma przesłanek do znaczących zmian liczby zarejestrowanych pojazdów.

Wzrost liczby pojazdów samochodowych oraz wzrost pracy przewozowej determinuje ryzyko wzrostu emisji zanieczyszczeń wynikających z eksploatacji środków transportu drogowego. Dla Polski zmiany emisji podstawowych zanieczyszczeń transportowych w latach 2005-2011 przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wzrost emisji zanieczyszczeń związanych z eksploatacją środków transportu drogowego. Zależność taka nie musi jednak zawsze

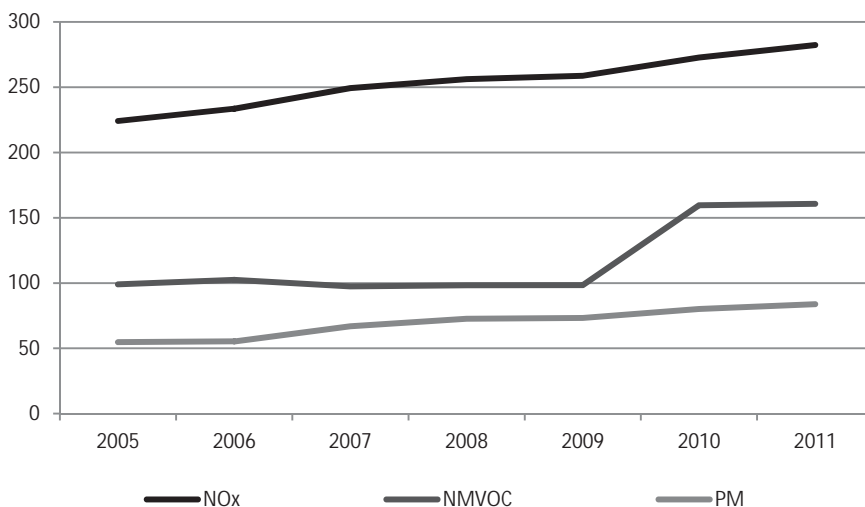
⁴ Założenie zgodne z: Z. Chłopek, J. Waśkiewicz, P. Pawlak, *Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora drogowego*, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2012, s. 22.

Rysunek 3
Emisja SO₂ z transportu drogowego w Polsce w latach 2005-2011 [Gg]



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona środowiska 2007-2013*, GUS, Warszawa 2008-2014.

Rysunek 4
Emisja NO_x, NMVOC i PM z transportu drogowego w Polsce w latach 2005-2011 [Gg]



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona środowiska 2007-2013*, GUS, Warszawa 2008-2014.

występować. Analogiczne wartości przedstawiające zsumowane emisje wszystkich 27 państw Unii Europejskiej charakteryzują się tendencją spadkową, pomimo wzrostu pracy przewozowej w Unii Europejskiej. Różnice w zachowaniu się tych wartości wynikają ze stopnia rozwinięcia rynku motoryzacyjnego w danym państwie. Wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów w Polsce wynikał przede wszystkim z zakupów pojazdów używanych, często przestarzałych technologicznie, przy jednoczesnym braku wycofywania z eksploatacji już zarejestrowanych samochodów. Prowadziło to do sytuacji, w której bardzo dynamicznie zwiększała się liczba pojazdów zaawansowanych wiekowo, a co się z tym wiąże spełniających najniższe normy emisji spalin.

Na rynkach bardziej rozwiniętych motoryzacyjnie zwiększająca się liczba samochodów ma swoje źródło, w większej mierze, w zakupie fabrycznie nowych pojazdów. Ta różnica powoduje występowanie innej tendencji w Polsce i Unii Europejskiej w zakresie zmian emisji zanieczyszczeń pochodzących z transportu drogowego.

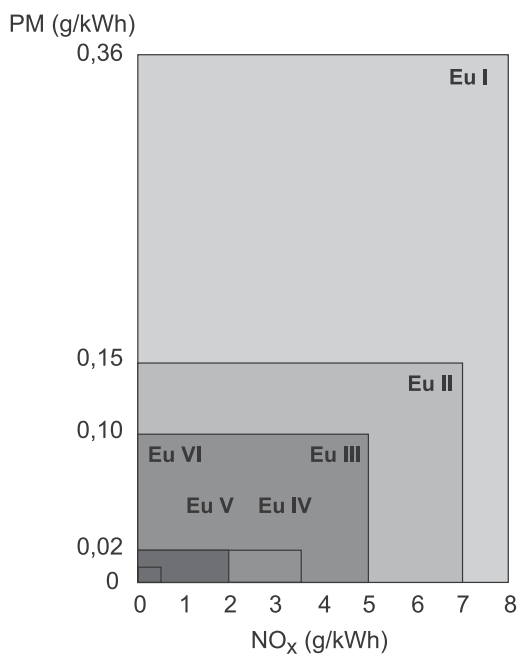
Wprowadzone i możliwe do wprowadzenia działania w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego

Najważniejszym funkcjonującym instrumentem, który wpływa na ograniczenie emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego są wprowadzane od początku lat dziewięćdziesiątych normy emisji spalin EURO. Producenci pojazdów są zobowiązani do przestrzegania tych norm, aby możliwa była sprzedaż ich pojazdów na terenie Unii Europejskiej. Normy EURO określają graniczne emisje zanieczyszczeń takich jak: tlenek węgla (CO), niemetanowe lotne związki organiczne (NMVOC), tlenki azotu NO_x oraz cząstki stałe (PM). Normy te są konstruowane indywidualnie dla następujących kategorii pojazdów: samochody osobowe, lekkie samochody użytkowe (DMC \leq 3,5 tony), ciężkie samochody użytkowe i autobusy. Począwszy od 1992 roku, kiedy została wprowadzona norma EURO 1 dopuszczalne emisje silników pojazdów uległy radykalnemu zmniejszeniu, co zostało zobrazowane na rysunku 5.

Biorąc pod uwagę, że norma EURO VI zacznie obowiązywać od początku 2014 roku można stwierdzić, że emisja jest równa:

- w przypadku PM:
 - 36 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO I,
 - 15 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO II,
 - 10 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO III,
 - 2 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO IV lub V;
- w przypadku NO_x :
 - 20 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO I,
 - 17,5 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO II,
 - 12,5 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO III,

Rysunek 5

Dopuszczalne emisje NO_x oraz PM dla kategorii ciężkich pojazdów użytkowych i autobusów

Źródło: www.truckeditions.com [08-11-2013].

- 8,75 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO IV,
- 5 pojazdów EURO VI i jednego pojazdu EURO V.

Na tej podstawie można wyciągnąć wniosek, że szkodliwość dla zdrowia człowieka emisji zanieczyszczeń 20 pojazdów EURO VI jest nie większa niż 1 pojazdu EURO I⁵.

Innym funkcjonującym instrumentem ograniczającym emisję zanieczyszczeń z transportu drogowego są normy dotyczące emisji dwutlenku węgla (CO₂).

⁵ NO_x oraz PM mają zdecydowanie największy i bezpośredni wpływ na zdrowie człowieka co zostało potwierdzone wieloma badaniami na przykład: W.A. Jędrychowski, E. Flak, *Effect of air quality on chronic respiratory symptoms adjusted for allergy among preadolescent children*, "European Respiratory Journal" 1998 nr 11, s. 1312-1318; A.J. Venn i in., *Living near a main road and the risk of wheezing illness in children*, "American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine" 2001 nr 164, s. 177-2180; J.J. Kim i in., *Traffic-related air pollution near busy roads*, "American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine" 2004 nr 170, s. 520-526; T. Schikowski i in., *Long-term air pollution and living close to busy roads are associated with COPD in women*, "Respiratory Research" 2005 nr 6, s. 152-177; J. Schwartz, D.W. Dockery, L.M. Neas, *Is daily mortality associated specifically with fine particles?* "Journal of the Air & Waste Management Association" 1996 nr 46, s. 927-939; G. Hoek i in., *Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study*, "Lancet" 2002 nr 360, s. 1203-1209.

Zostały wprowadzone jednak dopiero niedawno, w 2009 roku w przypadku samochodów osobowych oraz w 2011 roku w przypadku lekkich samochodów użytkowych. Dla ciężkich pojazdów użytkowych oraz autobusów ustawodawcy nie wprowadzili do tej pory norm emisji CO₂.

Unia Europejska publikuje także dokumenty, które mają zachęcać państwa członkowskie do wprowadzenia systemów internalizacji kosztów zewnętrznych transportu. Są to jednak cały czas dokumenty, które mają raczej wskazywać przyszłą drogę, a nie zmuszać do stosowania się do wytycznych w nich zawartych.

Obowiązek wprowadzenia internalizacji kosztów zewnętrznych transportu przyczyniłby się prawdopodobnie do zmniejszenia kosztów wewnętrznych poprzez:

- przesunięcie części popytu na usługi transportowe do tych gałęzi transportu, które generują mniejsze niekorzystne efekty zewnętrzne;
- optymalizację działań transportowych w wyniku wzrostu kosztów transportu.

Funkcjonują narzędzia, które mają za zadanie choćby częściowo włączać koszty zewnętrzne w rachunek podmiotu, który je spowodował (na przykład system elektronicznego poboru opłat ViaToll), niemniej jednak dopiero pełna internalizacja tych kosztów i, co bardzo ważne, we wszystkich gałęziach transportu, umożliwi zaistnienie pierwszej przesłanki warunkującej zmniejszenie kosztów zewnętrznych.

Organy Unii Europejskiej publikują także dokumenty, których zadaniem jest wyznaczanie przyszłych celów w ramach polityki zrównoważonego transportu drogowego. W tej grupie dokumentów bardzo istotna jest Biała Księga: *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportowego – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*. Zgodnie z jego założeniami do 2030 roku ma nastąpić ograniczenie o 50% w transporcie miejskim liczby pojazdów zasilanych konwencjonalnie, a do 2050 roku – ich całkowite wyeliminowanie w transporcie miejskim.

Odzwierciedleniem takiego zapisu w polskich dokumentach dotyczących polityki transportowej (Strategia rozwoju transportu do 2020 roku, z perspektywą do 2030 roku) jest następujące założenie: „Coraz szersze zastosowanie przyjaznych środowisku środków transportu: „czystych” i efektywnych energetycznie samochodów oraz pojazdów miejskich (na przykład wykorzystujących ogniwa paliwowe i wodór, napędy: elektryczny, gazowy, hybrydowy) – wraz ze stworzeniem na terenie całego kraju sieci stacji ładowania lub wymiany baterii elektrycznych oraz sieci tankowania wodoru.” Zapisy takie, zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym, jednoznacznie wskazują na popularyzację pojazdów elektrycznych. Biorąc pod uwagę, że zdecydowana większość specjalistów branży motoryzacyjnej zakłada, że w najbliższych 10 latach nie będą seryjnie produkowane pojazdy zasilane wodorem, pozycja aut elektrycznych staje się jeszcze silniejsza. Naturalnym następstwem takiego stanu rzeczy wydaje się więc chęć przeprowadzenia analizy opłacalności zakupu i eksploatacji takich pojazdów.

Analiza opłacalności zakupu i eksploatacji pojazdu elektrycznego w porównaniu do pojazdu zasilanego konwencjonalnie

Analiza zostanie dokonana dla dwóch typów pojazdów:

- samochodów osobowych;
- autobusów miejskich.

Wybór tych typów pojazdów wynika z faktu, że tylko one mają seryjnie produkowane odpowiedniki elektryczne.

Samochody osobowe

Producenci oferują już wiele samochodów osobowych zasilanych elektrycznie. Są to między innymi: Nissan Leaf, Peugeot iOn/Citroen C-Zero/Mitsubishi i-MiEV, BMW i3, Renault Fluence ZE, Tesla Roadster czy Tesla Model S. Najbardziej zaawansowane technologicznie są pojazdy Tesla. Odbiegają one parametrami od pozostałych wymienionych samochodów zarówno pod względem oferowanej przestrzeni dla pasażera, wyposażenia, jak i osiąarów (w tym także zasięgu). Niemniej jednak ze względu na cenę, zdecydowanie wyższą niż konkurencyjne pojazdy nie będą one uwzględniane w analizie.

Cechy typowych pojazdów elektrycznych:

- pojazd segmentu B lub C;
- zasięg około 200 km;
- cena około 120-140 tys. zł;
- czas standardowego ładowania 6-9 h.

Założenia do analizy dla samochodu osobowego napędzanego elektrycznie i analogicznego samochodu spalinowego:

- różnica w cenie zakupu: 60 tys. zł;
- zużycie paliwa – PB [l/100 km]: 7 l (cykl miejski);
- cena paliwa [zł/l]: 5,31;
- zużycie energii [kWh/100 km]: 18 (na podstawie: EURELECTRIC⁶);
- cena energii elektrycznej [zł/kWh]: 0,55;
- przebieg roczny [km]: 15 000.

Wyniki obliczeń:

- koszt paliwa [zł/rok]: 5575,50;
- koszt energii elektrycznej [zł/rok]: 1485;
- różnica [zł/rok]: 4090,50;
- okres zwrotu [lat]: 14,7.

Prawie piętnastoletni okres zwrotu (bez uwzględnienia wartości pieniądza w czasie) znacząco przewyższa przewidywany czas eksploatacji pojazdu, wynoszący 4-6 lat dla samochodów fabrycznie nowych. Jednocześnie, na podstawie analizy rynku pojazdów używanych (porównanie cen samochodów hybrydowych i spalinowych) nie ma podstaw do przyjęcia założenia o istnieniu różnicy

⁶ Stowarzyszenie przemysłu elektroenergetycznego EURELECTRIC.

w cenie rynkowej samochodu elektrycznego i spalinowego w momencie odsprzedaży po 4-6 latach na poziomie 35-44 tys. zł. Mniejsza różnica w cenie nie umożliwia zwrotu dodatkowych nakładów poniesionych przy zakupie samochodu.

Do uzyskania około 5-letniego okresu zwrotu przebieg powinien wynosić około 45 000 km/rok. Biorąc pod uwagę założenia konstrukcyjne tego typu pojazdów oraz ich rzeczywisty zasięg⁷, uzyskanie takiego przebiegu należy uznać za bardzo mało prawdopodobne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można więc stwierdzić, że z wyłączeniem jednostkowych przypadków, nie ma finansowego uzasadnienia zakup elektrycznego samochodu osobowego.

Autobusy miejskie

Wśród autobusów miejskich w wersji elektrycznej wyróżnić można między innymi następujące modele:

- Solaris Electric;
- AMZ Kutno – City Smile;
- SOR EBN 10,5;
- B YD K9;
- VDL Citea SLF.

Cechy typowych elektrycznych autobusów miejskich:

- autobusy 9, 10 lub 12 metrowe;
- zasięg około 200 km;
- cena około 1,8-1,9 mln zł (netto);
- czas ładowania około 2-6 h.

Założenia do analizy dla autobusu miejskiego napędzanego elektrycznie i analogicznego autobusu spalinowego:

- różnica w cenie zakupu około 900-950 tys. zł;
- zużycie paliwa ON [l/100 km]: 37-43 l (40);
- cena paliwa [zł/l]: 5,39;
- zużycie energii [kWh/100 km]: 128-256⁸ (192);
- cena energii elektrycznej [zł/kWh]: 0,55;
- przebieg roczny [km]: 70 000;
- koszt infrastruktury do ładowania: [brak danych].

Wyniki obliczeń:

- koszt paliwa [zł/rok]: 150920;
- koszt energii elektrycznej [zł/rok]: 73920;
- różnica [zł/rok]: 77000;
- okres zwrotu [lat]: 11,7.

Okres zwrotu wynoszący 12 lat w przypadku autobusu miejskiego nie przekreśla finansowego uzasadnienia zakupu takiego pojazdu, gdyż przewidywany

⁷ Rzeczywisty zasięg może być mniejszy nawet o 50% w stosunku do teoretycznego, co wynika z działania ogrzewania lub klimatyzacji.

⁸ Materiały informacyjne Solaris Bus & Coach S.A.

czas eksploatacji szacuje się na 15 lat. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że w obliczeniach nie uwzględniono kosztu infrastruktury koniecznej do ładowania pojazdów.

Autobusy elektryczne mogą być ładowane na zasadzie *plug-in* z wykorzystaniem ładowarek, poprzez pantograf bądź indukcyjnie. Infrastrukturę do ładowania projektuje się indywidualnie dla każdego klienta i jest ona zależna od liczby pojazdów z niej korzystających, przebiegu tras autobusów, konkretnego modelu autobusu, liczby kursów w ciągu doby na danej trasie a nawet czasu postoju na pętli pomiędzy kolejnymi kursami. To wszystko, w połączeniu z aktualnym brakiem doświadczeń w eksploatacji takich autobusów, powoduje, że nie ma podstaw do przyjęcia uśrednionych wartości kosztu infrastruktury przypadających na jeden pojazd.

W przypadku zakupu elektrycznych autobusów miejskich możliwe jest uzyskanie zewnętrznych środków finansowych, co może zwiększyć szanse na to, aby taka inwestycja stała się opłacalna. Istnienie realnej możliwości, że zakup elektrycznego autobusu miejskiego ma uzasadnienie finansowe, powoduje powstanie potrzeby porównania kosztów zewnętrznych wynikających z eksploatacji autobusu zasilanego konwencjonalnie oraz elektrycznie.

Porównanie kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń związanych z eksploatacją autobusu o napędzie konwencjonalnym i elektrycznym

Przy obliczeniach założono, że autobus zasilany olejem napędowym spełnia normę emisji spalin EURO VI. Obliczeń emisji poszczególnych zanieczyszczeń dokonano przy użyciu programu COPERT IV. Przyjęto, że emisja CO₂ związana z wyprodukowaniem energii elektrycznej wynosi 0,95 Mg/MWh⁹.

Koszty zewnętrzne obliczono na podstawie metodologii stworzonej na zamówienie Komisji Europejskiej zawierającej wytyczne dotyczące szacowania kosztów zewnętrznych transportu¹⁰.

Suma kosztów zewnętrznych wynikających z emisji zanieczyszczeń takich jak: NO_x, PM, NMVOC, SO₂ oraz CO₂ wynosi w przypadku pojazdu zasilanego olejem napędowym 12 177 zł/rok. Koszt zewnętrzny wynikający z hałasu wynosi 7391 zł/rok. Suma kosztów zewnętrznych wynosi 19 568 zł/rok.

Suma kosztów zewnętrznych wynikających z emisji CO₂ w procesie produkcji energii elektrycznej potrzebnej do zasilania pojazdu elektrycznego wynosi 18 431 zł/rok. Kosztów hałasu się nie uwzględnia w przypadku pojazdu elektrycznego.

Koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusu miejskiego zasilanego elektrycznie są mniejsze niż koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusu zasilanego konwencjonalnie o 1137 zł/rok.

⁹ K. Czopek, B. Trzaskus-Żak, *Energetyczna perspektywa węgla brunatnego w kontekście Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (ETS)*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2011 z. 3, s. 41.

¹⁰ *Handbook on estimation of external costs in the transport sektor*, CE Delft, 2008.

Podsumowanie

Działania Unii Europejskiej w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego należy ocenić pozytywnie. Wprowadzane sukcesywnie coraz bardziej rygorystyczne normy emisji spalin EURO zaowocowały zmniejszeniem emisji najbardziej niebezpiecznych dla zdrowia człowieka zanieczyszczeń (NMVOC, NO_x, PM) pochodzących z transportu drogowego. Należy się spodziewać, że niedawno wprowadzone normy emisji CO₂ również spowodują spadek emisji tego związku w przyszłości. Istotny jest fakt, że spadki emisji zanieczyszczeń mają miejsce przy jednoczesnym wzroście wykonanej pracy przewozowej.

Polski rynek motoryzacyjny prezentuje niższy poziom technologiczny niż rynki motoryzacyjne większości państw członkowskich Unii Europejskiej, co powoduje, że emisja zanieczyszczeń się zwiększa wraz ze wzrostem liczby samochodów i wykonanej pracy przewozowej.

Systemy internalizujące wszystkie koszty zewnętrzne nie działają w żadnym państwie Unii Europejskiej i nie ma podstaw przypuszczać, aby zaczęły one funkcjonować aż do czasu wprowadzenia takiego obowiązku.

Osobowe samochody elektryczne do 2030 roku nie zrewolucjonizują rynku indywidualnego transportu drogowego i będą stanowiły znikomy odsetek wszystkich zarejestrowanych pojazdów osobowych w Polsce. W aktualnych warunkach rynkowych osobowe samochody elektryczne są zbyt drogie w zakupie i dodatkowo bardzo uciążliwe w eksploatacji, co wynika z małego zasięgu i praktycznie niewystępowania ogólnodostępnych stacji ładowania. Zmiana technologii umożliwiająca znaczne zwiększenie zasięgu oraz jednoczesny rozwój infrastruktury do ładowania mogą doprowadzić do większej popularyzacji tych pojazdów, jednak nie ma podstaw do stwierdzenia, aby w Polsce w horyzoncie kilku lub kilkunastu lat samochody te zyskały znaczący udział rynkowy.

Miejskie autobusy elektryczne prawdopodobnie będą eksploatowane w coraz większej liczbie miast, jednak nie można założyć, aby operatorzy komunikacji miejskiej masowo wymieniali floty swoich pojazdów na autobusy elektryczne. Wynika to z dyskusyjnej opłacalności finansowej i dużej uciążliwości eksploatacyjnej (zasięg pojazdu). Jednak biorąc pod uwagę możliwość uzyskania zewnętrznych środków finansowych wspierających zakup takiego pojazdu inwestycja w taki autobus może okazać się uzasadniona z finansowego punktu widzenia. Pomimo to pojazdy takie w najbliższych latach będą eksploatowane eksperymentalnie lub będą służyły do celów marketingowych.

Koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusów miejskich zasilanych elektrycznie są mniejsze niż dla analogicznych pojazdów zasilanych konwencjonalnie, ale różnica wynosi zaledwie około 6%. Dodatkowo należy zauważyć, że koszty zewnętrzne emisji zanieczyszczeń związanych z wyprodukowaniem energii elektrycznej są większe niż koszty zewnętrzne emisji zanieczyszczeń związanych ze spalaniem oleju napędowego w przypadku pojazdu EURO VI. Różnica w całkowitych kosztach zewnętrznych na korzyść pojazdu elektrycznego wynika z braku emisji hałasu.

W kontekście powyższych stwierdzeń należy przyjąć, że w Polsce do 2030 roku nie należy się spodziewać znaczącego rozwoju rynku pojazdów elektrycznych. Jednocześnie może nastąpić odwrócenie trendu zmian emisji zanieczyszczeń na spadkowy, co wynika z prawdopodobnie mniejszej dynamiki wzrostu liczby zarejestrowanych samochodów i zmniejszania się średniego wieku pojazdów.