

Piotr Matuszewski

Abrys Sp. z o.o.

ROZWOJ ELEKTRYCZNEGO AUTOBUSOWEGO TRANSPORTU PUBLICZNEGO W POLSCE

W artykule postawiono tezę, że stoimy w przededniu rewolucji w transporcie kołowym, polegającej na konwersji transportu opartego na silnikach spalinowych na transport oparty na silnikach elektrycznych. Przedstawiono wpływ rozwoju transportu publicznego opartego o napęd elektryczny na środowisko miast, dynamikę zakupów autobusów elektrycznych w Polsce w ostatnich latach oraz ekonomiczne i eksploatacyjne aspekty użytkowania autobusów elektrycznych w polskich miastach

DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC BUS PUBLIC TRANSPORT IN POLAND

Article argues that we are the day before revolution in transport, involving the conversion of transport based on combustion engines for vehicles based on electric motors. Shows the impact of the development of public transport based on electric drive on the environment of cities, the dynamics of purchasing electric buses in Poland in recent years and the economic and exploitation aspects of the use of electric buses in the Polish cities.

1. Wprowadzenie

Żyjemy w czasach największej rewolucji technologicznej w przemyśle samochodowym od czasów jego zarania. Od kiedy Henry Ford zdominował cenowo i technologicznie rynek producentów samochodowych, wykorzystując silnik spalinowy i odsuwając na jakiś czas idee Thomasa Edisona o tym, że samochody mogą być napędzane silnikami elektrycznymi.

Mary Barra, Prezes General Motors, jednego z największych przedsiębiorstw motoryzacyjnych na świecie, stwierdziła, że w światowym przemyśle samochodowym będzie miało miejsce więcej innowacji w ciągu najbliższych pięciu – dziesięciu lat, niż miało to miejsce w okresie ostatnich pięćdziesięciu lat.

Te zmiany technologiczne, innowacje, będą się wiązały, po pierwsze, z wprowadzaniem na rynek samochodów o napędzie elektrycznym, po drugie, wdrożeniem samochodów samosterujących jak również zastosowaniem na szeroką skalę aplikacji internetowych podczas jazdy samochodem, po trzecie, będą one wynikać ze zmiany w zachowaniach konsumenckich wynikających z rozpowszechniającej się kultury współdzielenia, po czwarte, zmiany technologiczne będą niewątpliwie wymuszone przez rządy, zwłaszcza państw należących do OECD, nakazujące wprowadzanie coraz bardziej ekologicznych napędów, które w konsekwencji doprowadzą do tego, że po drogach będą poruszać się wyłącznie samochody zero emisyjne. Wbrew pozorom nie jest to bardzo odległa przyszłość. Jeszcze kilka lat temu synonimem samochodu elektrycznego była fantazja kilku wizjonerów z zachodniego wybrzeża Stanów Zjednoczonych, którzy postanowili produkować niezwykle piękne i atrakcyjne „zabawki” dla milionerów, głównie kalifornijskich. Takim pojazdem jest Tesla, dzisiaj niewątpliwie samochód kultowy, który zrewolucjonizował sposób postrzegania samochodów elektrycznych na świecie.

Dzięki założycielom firmy Tesla Motors, samochody elektryczne, może nie weszły do powszechnego użytku, ale następują coraz szybsze zmiany technologiczne.

Ale dziś jesteśmy w momencie, w którym zmiany technologiczne przyspieszają, a ceny nowoczesnych rozwiązań spadają, tak że samochody elektryczne zaczynają być dostępne również dla osób o średnich dochodach. Podobnie było z żarówkami na początku XX wieku, czy z telefonami komórkowymi, które początkowo też były produktami dostępnymi jedynie dla elit, a dziś są to produkty powszechnego użytku. Trendy na przyszłość znakomicie widać było na ostatnich targach elektroniki użytkowej CES w Las Vegas, gdzie inteligentne samochody elektryczne, obok inteligentnych domów i telewizorów OLED, są jednym z trzech głównych kierunków rozwoju w elektronice^[1].

Obecnie najbardziej ambitny plan konwersji przyjęto w Stanach Zjednoczonych, gdzie w Kalifornii zakłada się wycofanie z eksploatacji samochodów spalinowych już od roku 2030^[2]. W Holandii rozważa się zakaz rejestracji samochodów spalinowych po roku 2025. W ubiegłym roku globalna sprzedaż samochodów elektrycznych (ang. electric vehicle – EV) wzrosła o 60 proc. Ta sama wartość wzrostu pomogła Henry’emu Fordowi zastąpić powozy konne w USA słynnym modelem Ford T^[3].

W Polsce w ostatnich latach liczba wszystkich rejestrowanych pojazdów wzrasta z dynamiką podobną do średniej europejskiej (2014 – 327709 szt., 2015 – 354975 szt., +8,3%, średnia europejska +9,3%). Przyrost liczby samochodów elektrycznych jest mniejszy niż średnia europejska (samochody elektryczne: 2014 - 141 szt., 2015 - 259 szt., przyrost +83,7%, średnia europejska +108,8%). Co ciekawe, mamy w naszym kraju dużą dynamikę zakupów pojazdów hybrydowych (2014 - 3858 szt., 2015 - 5416 szt., przyrost +40,4%, średnia europejska +23,1%)^[4,5,6].

2. Wpływ rozwoju transportu elektrycznego na środowisko miast

Konwersja z napędu konwencjonalnego na elektryczny ma niewątpliwe zalety. Przede wszystkim to ochrona środowiska. Pojazdy elektrycznie nie zanieczyszczają powietrza oraz nie wprowadzają tak znacznych uciążliwości akustycznych. Miasta mają coraz większy problem z zanieczyszczeniem powietrza oraz hałasem miejskim, których jednym z powodów jest duża ilość pojazdów z silnikami spalinowymi. Opierając transport publiczny na szynowych i kołowych pojazdach elektrycznych, sensowne staje się ograniczanie ruchu samochodów spalinowych w centrach miast, gdyż emisja dwutlenku węgla i innych szkodliwych produktów spalania emitowanych przez silniki spalinowe, znacząco spadnie. Autobusy elektryczne są przede wszystkim całkowicie bezemisyjne w miejscu ich użytkowania. Mimo, że w Polsce większość energii elektrycznej do ich ładowania produkowana jest w elektrowniach węglowych, to i tak autobusy te są bardziej przyjazne dla środowiska, niż pojazdy spalinowe spełniające najnowsze normy EURO 6. Nie da się też ograniczać emisji silników spalinowych do zera i być może norma EURO 6 będzie już ostatnią, gdyż dotychczasowe normy oprócz ograniczenia emisji szkodliwych substancji, powodowały również redukcję spalania, a co za tym idzie obniżenie kosztów eksploatacji taboru. Uważa się, że w tym kontekście optymalną była norma EURO 5. Aby spełnić normę EURO 6, przyjętą w 2013 roku, silniki muszą być znacznie bardziej skomplikowane i droższe zarówno w zakupie jak i eksploatacji, natomiast nie są już bardziej oszczędne w zużyciu paliwa^[7].

Tabela 1
Normy emisji dla silników samochodów ciężarowych i autobusów w [g/kWh]
Table 1
Emission standards for trucks and buses engines in [g / kWh]

Poziom	Wprowadzenie	Cykl badań	CO	HC	NO _x	PM	Zadymienie	
Euro 1	1992,	ECE R-49	4,500	1,100	8,000	0,612	-	
	1992, >85 kW		4,500	1,100	8,000	0,360	-	
Euro 2	Październik 1996		4,000	1,100	7,000	0,250	-	
	Październik 1998		4,000	1,100	7,000	0,150	-	
Euro 3	Październik 2000		ESC i ELR	2,100	0,660	5,000	0,100 0,130*	0,800
Euro 4	Październik 2005			1,500	0,460	3,500	0,020	0,500
Euro 5	Październik 2008			1,500	0,460	2,000	0,020	0,500
EEV	Październik 1999			1,000	0,250	2,000	0,020	0,150
Euro 6	Styczeń 2013	1,500		0,130	0,500	0,010	-	

*dla silników o pojemności skokowej cylindra 0,75 dm³ i prędkości znamionowej >3000obr/min
[www.gazeo.pl]

Autobusy elektryczne są też ciche, co ma niebagatelne znaczenie dla ograniczania hałasu w dużych aglomeracjach. Szacuje się, że transport drogowy w ok. 90% jest źródłem nadmiernego hałasu drogowego^[8]. Badania porównawcze emisji hałasu przeprowadzone

na pojazdach elektrycznych i spalinowych wykazały, że pojazdy elektryczne generują znacznie niższy poziom hałasu niż ich spalinowe odpowiedniki. Pomiar hałasu dla dwóch identycznych pojazdów różniących się tylko jednostką napędową, wykazał różnice na poziomie od 3 do 7 dB(A) w zależności od prędkości pojazdu. Oznacza to obniżenie poziomu hałasu od 2 do 5 razy. Pojazdy elektryczne emitują znacznie mniejszy hałas od spalinowych, szczególnie w zakresie niskich prędkości do 50km/h^[9].

Zatem w przypadku pojazdów elektrycznych pojawi się problem braku hałasu. W Stanach Zjednoczonych, National Highway Traffic Safety Administration wprowadza przepisy, które nakazują, aby dźwięk był sztucznie emitowany przez samochód przy prędkości poniżej 18 mil na godzinę (29 km/h). Według szacunków hałas ten ocali zdrowie ok. 2800 pieszych^[10].

W konsekwencji, wprowadzanie autobusów elektrycznych bez emitorów dźwięku do ruchu w naszych miastach może spowodować większą ilość wypadków z udziałem tych pojazdów i pieszych. W związku z tym Parlament Europejski zaleca montowanie w pojazdach elektrycznych i hybrydowych dodatkowych źródeł dźwięku, które byłyby aktywowane w zakresie niskich prędkości do 30km/h. Rezolucja ustawodawcza Parlamentu Europejskiego z dnia 6 lutego 2013 r. w sprawie wniosku dotyczącego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie poziomu hałasu pojazdów silnikowych określa szczegółowo, czym jest dźwiękowy system ostrzegawczy pojazdu (AVAS). Jest to urządzenie wytwarzające dźwięk, przeznaczone dla hybrydowych pojazdów elektrycznych transportu drogowego i elektrycznych pojazdów transportu drogowego, które informuje pieszych i niechronionych użytkowników drogi o działaniu pojazdu.

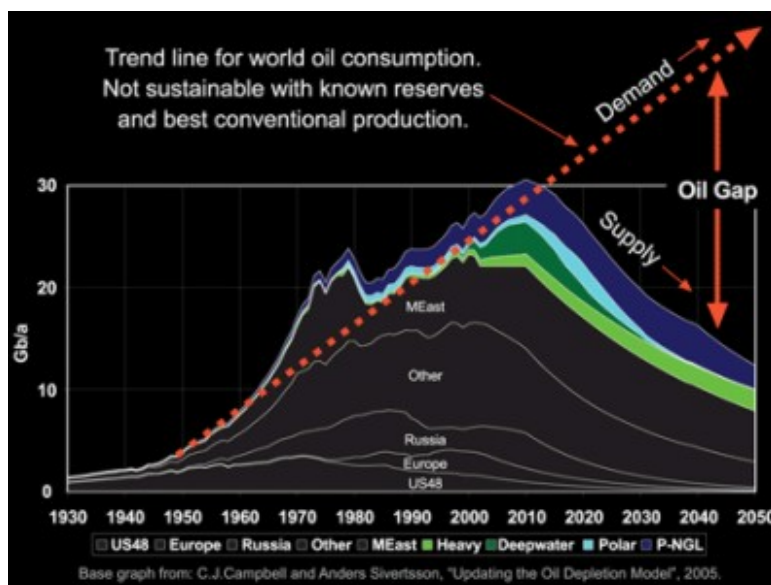
System AVAS automatycznie wytwarza dźwięk przy minimalnym zakresie prędkości pojazdu, począwszy od 20 km/h, oraz podczas cofania, jeżeli ma to zastosowanie do danej kategorii pojazdu. Dźwięk wytwarzany przez system AVAS powinien być dźwiękiem ciągłym, stanowiącym informację dla pieszych i niechronionych użytkowników drogi o tym, że prowadzony jest pojazd. Dźwięk powinien jasno wskazywać na zachowanie pojazdu i powinien brzmieć podobnie do dźwięku pojazdu tej samej kategorii, wyposażonego w silnik spalinowy wewnętrznego spalania^[11].



Rys. 1. Wnętrze Solaris Urbino 18 Electric (foto: www.wikiwand.com)
Fig. 1. Solaris Urbino 18 Electric interior (photo: www.wikiwand.com)

Ważnym elementem jest też coraz większe oczekiwania dotyczące komfortu podróży w środkach transportu publicznego. Mieszkańcy naszych miast w ostatnich dwóch dekadach przesiedli się ze starych autobusów w nowoczesne, wygodne, monitorowane i często klimatyzowane pojazdy, a teraz są gotowi przesiąść się do pojazdów ekologicznych i wygodnych, które będą poruszały się cicho i płynnie oraz nie będą zanieczyszczały miejskiego powietrza. Autobusy elektryczne są z reguły bardziej komfortowo wyposażone np. najnowszy Solaris Urbino 12 electric posiada siedzenia z powłoką z miedzi przeciwdrobnoustrojowej, która nie pozwala na rozwój bakterii, co chroni pasażerów przed przenoszeniem chorób podczas podróży^[12, 13] (Rys. 1).

Kolejnym czynnikiem, ważnym dla przewoźników, jest niezależenie od cen paliw, które wahają się znacznie w zależności od światowej polityki, regionalnych kryzysów lub porozumień państw producentów. Patrząc też dalej w przyszłość widzimy, że ropa po prostu się skończy. Wszystko wskazuje na to, że Peak Oil, czyli maksymalne wydobycie ropy na świecie, nastąpi do 2020. Potem wydobycie będzie już mniejsze i coraz droższe, a to oznacza nieuchronny wzrost cen^[14]. O tym, że szczyt wydobycia mamy już nieodwracalnie za sobą dowiemy się najprawdopodobniej jakieś 4-5 lat po fakcie, podobnie, jak dla szczytu wydobycia ropy w USA. W przypadku znaczącego zwiększenia stopy życiowej mieszkańców Afryki, Indii czy Chin, światowe zasoby ropy mogą wyczerpać się nawet w 50 lat. Jeśli przyjąć, że Chiny, Indie i Brazylia będą naśladować gospodarki wysokorozwinięte w konsumpcji ropy, to do 2030 roku zapotrzebowanie na ropę podwoi się. Niestety w tym czasie wydobycie ropy prawdopodobnie spadnie do 50% obecnego^[15]. Doskonale ukazuje to poniższa infografika (Rys. 2).



Rys. 2. Zestawienie prognozowanego zapotrzebowania na ropę i przewidywanego jej wydobycia. Luka pomiędzy zapotrzebowaniem, a mniejszym od niego wydobyciem to tzw. "Oil Gap". Wykres pokazuje też przewidywania i proporcje dotyczące wykorzystania dodatkowych źródeł paliwa - ciężkiej ropy, ropy z odwiertów głębokowodnych i rejonów arktycznych oraz NGL. (rys: Popkiewicz M., Świat na rozdrożu, Katowice 2013)

Fig. 2. Summary of the forecasted oil demand and expected oil production. The gap between the demand and the smaller output is called "Oil Gap". The graph also shows predictions and proportions on the use of additional fuel sources - heavy oil, deepwater oil drilling and from arctic wells, and NGL. (Figure: Popkiewicz M., World at the crossroads, Katowice 2013)

Już w 2005 roku David J. O'Reilly, CEO Chevron Corp. powiedział *"Jedną rzeczą jest pewna - epokę łatwej ropy mamy już za sobą. To, co teraz zrobimy, zadecyduje, na ile skutecznie zaspokoimy potrzeby energetyczne świata w tym stuleciu i w przyszłości"*. Transport elektryczny jest z pewnością odpowiedzią na to wyzwanie.

3. Rozwój taboru elektrycznego w polskich miastach

Władze polskich miast, odpowiadając na wyzwania przyszłości podjęły na początku XXI wieku pierwsze działania dotyczące konwersji taboru konwencjonalnego na elektryczny. Wydaje się jednak, że pierwsze zakupy nie były podyktowane względami ochrony środowiska, a były wynikiem sytuacji na rynku wtórnym autobusów. Pierwszym seryjnie produkowanym w Europie modelem autobusu z napędem hybrydowym był midibus Mercedes O520 Cito, którego zaprezentowano w 1999 roku i produkowano do 2003 roku (Rys. 3).

Pojazd miał być docelowo dostosowany do zasilania z ogniw paliwowych. W praktyce jednak autobus nie osiągał zakładanych oszczędności paliwa, charakteryzując się zużyciem paliwa rzędu 32 l/100 km, czyli takim jak w konwencjonalnym Mercedesie O405N. Dodatkowo, zespół napędowy wymagał bardzo dużych nakładów na utrzymanie, jak i dużego zaangażowania elektryków. W rezultacie, produkcja modelu została szybko zakończona, a autobusy wkrótce pojawiły się na rynku wtórnym, z niewielkimi przebiegami i bardzo niewielkim wiekiem. W rezultacie, Mercedesy Cito trafiły do licznych polskich przedsiębiorstw, głównie niewielkich, zainteresowanych niedrogimi i stosunkowo nowymi midibusami. Model ten w liczbie około 35 sztuk jest najpopularniejszym w Polsce autobusem hybrydowym. Pierwszy dwuletni Cito trafił do Polski prawdopodobnie do PKS Zakopane. Kolejne, kilkuletnie autobusy, trafiły do prywatnego przewoźnika z Białej Podlaskiej i V-Busa z Żor. Największym użytkownikiem autobusów tego typu jest obecnie MPK Tarnów, które zakupiło w 2008 roku 12 sztuk Cito. Tym samym przedsiębiorstwo to jest największym użytkownikiem autobusów hybrydowych w Polsce^[16].



Rys. 3. Mercedes Benz O520 Cito w niemieckim Viernheim (fot: de.wikipedia.org)

Fig. 3 Mercedes Benz O520 Cito in German Viernheim (photo: de.wikipedia.org)

Liderem w rozwoju technologii autobusów hybrydowych są Stany Zjednoczone. W samym Nowym Jorku w latach 2002-2009 zakupiono 1700 takich pojazdów. Europejscy producenci, po nieudanym wdrożeniu Mercedesa Cito, w świetle rosnących cen paliw w latach 2005-2010, opracowali nowe konstrukcje autobusów z napędem hybrydowym. W porównaniu do Cito, obecne konstrukcje posiadają istotną zaletę – energia hamowania jest odzyskiwana i przechowywana w bateriach akumulatorów. Pojazdy te uzyskują maksymalnie 30% oszczędności w zużyciu paliwa w porównaniu z czysto spalinowym napędem, co jednak zależy w istotnym stopniu od profilu trasy i liczby zatrzymań.

Pierwsze polskie autobusy hybrydowe to produkowane od 2006 roku w Bolechowie pod Poznaniem autobusy Solaris Urbino 18 Hybrid (I, II i III generacji). W 2008 roku pierwszy hybrydowy Solaris drugiej generacji zaczął jeździć po Poznaniu i było to związane z organizowanym tam Szczytem Klimatycznym ONZ. W kolejnych latach autobusy te zakupił Sosnowiec (2 szt.), Kraków (1 szt.) oraz Warszawa (4 szt.)^[17] (Rys. 4).



Rys. 4. Solaris Urbino 18 Hybrid w Warszawie (fot. Solaris Bus & Coach S.A.)
Fig. 4. Solaris Urbino 18 Hybrid in Warsaw (Photo: Solaris Bus & Coach S.A.)

Pierwsze w Polsce testy autobusu elektrycznego przeprowadzono w 2013 roku w Gdańsku. Próbie poddano autobus marki BYD wyprodukowany w Chinach. Podczas testów okazało się, że koszt pokonania 100 km dla autobusu zasilanego bateriami to około 50 zł, podczas gdy tradycyjne autobusy spalinowe zużywają na tym samym dystansie około 40 litrów paliwa, co kosztuje ponad 200 zł. Zakładając, że autobus pokonuje dziennie około 300 km, w skali roku można liczyć na oszczędności rzędu nawet 160 tys. zł^[18].

Biorąc pod uwagę czynniki ekonomiczne oraz środowiskowe polskie miasta rozpoczęły od 2014 roku większe zakupy autobusów hybrydowych i elektrycznych. Rok 2015 był

rokiem rekordowym w tym zakresie. Przewoźnicy zakupili 16 elektrobusów – stołeczny przewoźnik odebrał 10 elektrobusów Urbino 12 electric, Ostrołęka dwa Urbino 8,9 electric, Inowrocław dwa Urbino 12 electric i Jaworzno – jeden, a Ursus zarejestrował swój elektryczny prototyp – Ecovolt. W tym samym roku Inowrocław, Włocławek i Toruń odebrały 15 autobusów hybrydowych^[19].

Przy czym po raz pierwszy zakupiono pojazdy gazowo-elektryczne. W końcu 2014 r. Lider Trading, producent autobusów Solbus, wygrał przetarg na dostawę 40 gazowo-elektrycznych autobusów hybrydowych dla MPK w Częstochowie (Rys. 5). W 2015 zarejestrowano 25 pojazdów z tej puli. Zakupione ze środków z programu GAZELA, autobusy pozwolą na ograniczenie wydatków na paliwo o 1,5 mln zł rocznie (w porównaniu z autobusami dieslowskimi) i zmniejszenie o 850 ton rocznej emisji dwutlenku węgla^[20].



Rys. 5. Gazowo-elektryczny autobus hybrydowy Solbus Solcity 12 H (fot. Solbus)
Fig. 5 Solbus Solcity 12 H gas-electric hybrid bus (Photo: Solbus)

Trend zakupów pojazdów z alternatywnymi napędami utrzymał się również w 2016 roku, choć zarejestrowano mniej takich modeli niż w 2015.

Łącznie na ulicach naszych miast pojawiło się 15 autobusów hybrydowych gazowo-elektrycznych, 17 hybryd spalinowo-elektrycznych i 5 elektrobusów. Biorąc pod uwagę plany miast i przetargi w toku, prawdziwy "wysyp" zamówień na pojazdy z alternatywnymi napędami – z unijnym wsparciem – czeka nas w roku 2017^[21].

Obecnie niekwestionowanym liderem w planach rozwoju transportu publicznego opartego na pojazdach elektrycznych jest Zielona Góra. Autobusy napędzane prądem MZK testuje od przeszło czterech lat. Po ulicach Zielonej Góry jeździły już m.in. solarisy, skody i ursusy. Solaris, testowany w 2012 r., potrafił przejechać 100 kilometrów za 60 zł, ale zależy to od warunków atmosferycznych, temperatury i wilgotności powietrza^[22].

Obecnie miasto realizuje unikalny w skali europejskiej projekt „Zintegrowany system niskoemisyjnego transportu publicznego w Zielonej Górze”, który zakłada całkowite

zastąpienie pojazdów napędzanych konwencjonalnie pojazdami z napędem elektrycznym.

W ramach realizacji projektu dofinansowanego z funduszy unijnych, w 2018 roku pojawią się pierwsze autobusy elektryczne i stopniowo zastępować będą tradycyjne autobusy. W przeciągu 3 lat miasto zakupi 64 autobusy elektryczne, zbuduje 30 stacji doładowania na 12 pętlach autobusowych oraz stacje nocnego ładowania dla wszystkich pojazdów na terenie istniejącej zajezdni autobusowej. Po roku 2021 autobusy elektryczne stanowić będą 100% taboru, gdyż nastąpi całkowita wymiana obecnych 76 pojazdów^[23].

Inwestycje w autobusy elektryczne planują również niewielkie miasta, w których wymiana taboru będzie bardziej widoczna dla mieszkańców. Pojazdy te będą też kupowane chętniej przez władze miejscowości uzdrowiskowych, które o swój ekologiczny wizerunek muszą dbać nie tylko w oczach mieszkańców, ale i kuracjuszy, a bezemisyjny transport miejski i czyste powietrze to doskonały atut w rywalizacji z innymi miastami o turystów. Taki miastem jest Inowrocław, w którym jeździ 36 autobusów, w tym 2 elektryczne. Dwa autobusy elektryczne kosztowały ponad 4,5 mln zł, ale dofinansowanie pokryło blisko 70% tej kwoty. Inowrocław obecnie zbiera doświadczenia eksploatacyjne, liczy oszczędności i rozważa możliwość zakupu nawet 15 kolejnych autobusów elektrycznych przy wsparciu środków z RPO na lata 2014-2020. Wtedy flota elektrobusesów stanowiłaby ponad 30% taboru.

Przykładem kolejnej niewielkiej miejscowości z ambitnymi planami jest Jaworzno, posiadające 60 pojazdów, w tym jeden autobus elektryczny i jedną stację ładowania. Obecnie planowany jest zakup 22 autobusów elektrycznych wraz z niezbędną do ich obsługi infrastrukturą (4 stacje ładowania)^[24]. Pierwszy autobus testowano ponad rok i stwierdzono, że zakup kolejnych jest ekonomicznie uzasadniony. Wyższe koszty zakupu zostaną zrekompensowane przez oszczędności wynikające z dużo tańszej eksploatacji. Miasto stara się o dotację na zakup nowoczesnych pojazdów. Całkowita kwota projektu to blisko 60 mln zł, z czego ponad 41 mln zł stanowić ma dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego (RPO). Zatem docelowo autobusy elektryczne stanowić będą ponad 25% taboru.

Zaczynają się duże zakupy autobusów z Programu Polski Wschodniej. ZTM Rzeszów chce łącznie kupić 130 autobusów za ponad 140 mln zł, w tym 10 dwunastometrowych elektrobusesów w roku 2017. Autobusy te obsłużą linię "0", jeżdżącą dookoła ścisłego centrum miasta. Ostatni etap wymiany taboru w Rzeszowie ma ruszyć w 2018 roku, kiedy ZTM Rzeszów zaplanował zakup 20 autobusów hybrydowych albo elektrycznych^[25].

Pierwszy przetarg na autobusy elektryczne w 2017 roku odbywa się w Polkowicach, ale póki co wszyscy trzej oferenci: BYD, SOR i Solaris przekroczyli budżet. Zakup dotyczy 6 pojazdów elektrycznych klasy MAXI. Najbliżej wygranej jest czeska Skoda (SOR), ale ich model jest najkrótszy (11 metrów) i do tego niskowejściowy a nie niskopodłogowy. Obecnie tabor w Polkowicach to 10 autobusów. Zatem po zrealizowaniu zamówienia elektrobusesy stanowić będą już blisko 40% taboru. Polkowickie zamówienie ma być dofinansowane z dolnośląskiego RPO^[26].

W polskich dużych miastach pierwsze autobusy elektryczne giną w ilości użytkowanych pojazdów. Warszawa posiada 1362 autobusy, w tym 10 to pojazdy elektryczne wyprodukowane przez Solaris, czyli mniej niż 1%^[27]. Testowane są kolejne dwa autobusy elektryczne, a wkrótce planowany jest zakup 10 kolejnych 12-metrowych pojazdów firmy Ursus. Warszawa, w przeciwieństwie do mniejszych miast dotąd kupowała pojazdy elektryczne wyłącznie ze środków własnych. Większe zakupy nie są jednak możliwe bez wsparcia finansowego. Stąd w unijnej perspektywie finansowej 2014-2020, Warszawa zamierza pozyskać dotację i do 2020 roku zakupić 130 autobusów

elektrycznych^[28]. Aby zaopatrzyć te pojazdy w energię, powstać ma sieć 19 stacji doładowania na terenie miasta. Nawet, jeśli uda się zrealizować te ambitne plany, to w roku 2020 w Warszawie zaledwie 10% autobusów będzie miało napęd elektryczny.

Kraków, który ma duży problem z wysoką emisją, stara się ją ograniczyć również poprzez elektryfikację transportu publicznego. Obecnie Kraków posiada 500 autobusów, w tym 5 elektrycznych. W 2017 pojawi się kolejnych 20 pojazdów elektrycznych, w tym trzech przegubowych, co będzie innowacyjnym rozwiązaniem nie tylko w Polsce, ale również i w Europie. Zakup tych autobusów jest finansowany w 85% z funduszy unijnych. Planowane są kolejne zakupy, tak aby w 2020 r. tabor elektryczny stanowił 10% wszystkich pojazdów, czyli około 50 sztuk^[29].

Poznań obecnie eksploatuje jeden autobus hybrydowy i planuje zakup 15 autobusów elektrycznych w ramach większego projektu zakładającego modernizację przystanków i umożliwienie kursowania autobusów po trasach tramwajowych.

Cały projekt ma kosztować 151,5 mln zł, ale aż 105 mln zł (70%) miasto chce pozyskać w ramach dofinansowania z Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Poznańskie MPK użytkuje obecnie 321 autobusów. Jeśli uda się zdobyć dofinansowanie inwestycja mogłaby zostać zrealizowana w latach 2017-2019. Wtedy tabor autobusów elektrycznych stanowić będzie 4,5%^[30].

4. Problemy ekonomiczne i eksploatacyjne

Ochrona środowiska i tańsza eksploatacja pojedynczych egzemplarzy to niewątpliwe zalety elektrobuses. Jednak pojazdy te mają też swoje wady. Przede wszystkim są znacznie droższe od pojazdów z silnikami diesla, a wraz z zakupem kolejnych jednostek, konieczne są inwestycje w stacje doładowania, serwisowania, szkolenia kierowców i personelu serwisowego. Miasta nie będą mogły pozwolić sobie na rozwój elektrycznej komunikacji publicznej finansując to z zysków zakładów komunikacyjnych, gdyż te zazwyczaj przynoszą straty. Samorządy dopłacają niemałe sumy do funkcjonowania komunikacji i systemów informacyjnych z nią związanych. Nie ma w Polsce miast, które dysponują taką nadwyżką budżetową lub zdolnością kredytową, aby sfinansować samodzielnie konwersję publicznego transportu konwencjonalnego na elektryczny. Zatem zakup większej liczby autobusów elektrycznych przez polskie miasta obecnie bez wątpienia uzależniony jest od dostępności środków unijnych na ten cel w perspektywie budżetowej 2014 -2020 i zdolności do ich pozyskania przez nasze samorządy. Autobusy elektryczne testowane były m.in. w Nowym Sączu, Ostrołęce, Rzeszowie, Sosnowcu, Szczecinku i Wałczu. Wszystkie te miasta uzależniają jednak zakup tych pojazdów od dofinansowania ze środków unijnych.

Technicznie barierą zniechęcającą do inwestowania w obecnie produkowane autobusy elektryczne jest ich stosunkowo mały zasięg wynoszący teoretycznie do 300 km. Rekord ustanowił chiński BYD K9 przejeżdżając 300 km między Warszawą a Krakowem po jednym, pełnym cyklu ładowania. Testy udowodniły, że dystans ponad 250 km jest osiągalny także w ciężkich warunkach miejskich z włączoną nieustannie klimatyzacją^[31]. To rekordowo duży zasięg jak na autobus elektryczny. Jednak w ciągu dnia, w pełnym ruchu miejskim i z włączoną klimatyzacją autobusy jeżdżą po polskich miastach maksymalnie 130-150 km na jednym ładowaniu. Pojazdy te zużywają około 135 kWh/100km (z włączoną klimatyzacją). Zakładając więc, że wyposażone są w zestaw akumulatorów o pojemności 240 kWh (a w tych okolicach przedstawia się maksymalna dostępna pojemność akumulatorów dla autobusów 12 metrowych) to autobus przejedzie

faktycznie około 150 km. Czas ładowania uzależniony jest od stosowanej ładowarki. W Warszawie autobus ładuje się w zajezdni w zaledwie 3 godziny. W praktyce autobusy zjeżdżają do zajezdni na doładowanie po przejechaniu 130 - 150 km^[32]. Ładowanie w zajezdni trwa 4 – 5 godzin. Jest to słaby wynik, przyrównując do autobusu z tradycyjnym napędem, tankowanym w 5 minut, który przejeżdża 400-500 km. Dopóki relacja przejechanych kilometrów do czasu ładowania nie zwiększy się, to aby efektywnie realizować transport za pomocą autobusów elektrycznych, sieć stacji ładowania musi być dość gęsta i nie tylko w zajezdniach, ale również na stacjach końcowych. Obecnie jedna stacja ładuje zaledwie dwa pojazdy równocześnie. Dlatego miasta coraz częściej zamawiają elektrobusy wyposażone w pantografy, które umożliwiają naładowanie baterii pojazdu w około 1 godzinę korzystając ze stacji ładowania zasilanej z trakcji tramwajowej (Rys. 6). Takie pojazdy kupować będzie Warszawa i Kraków.



Rys. 6. Stanowisko do ładowania autobusów elektrycznych w Hamburgu (fot. www.hochbahn.de)

Fig. 6. The stand for charging electric buses in Hamburg (photo: www.hochbahn.de)

Rozwiązaniem tego problemu jest też zapewnienie stałego zasilania w energię elektryczną pojazdów poruszających się po mieście. Rozwiązania te są obecnie testowane w Korei Płd., gdzie induktory umieszczone pod jezdnią ładują autobusy zatrzymujące się na przystankach. Rozwiązanie to stosuje w swoich autobusach również Solaris, który wraz z firmą Bombardier wyprodukował takie pojazdy dla niemieckiego Brunszwiku. W takim pojeździe bateria ładowana jest indukcyjnie. Przy przystanku, pod jezdnią jest wmontowana pętla indukcyjna, z kolei autobus ma pod podłogą specjalne urządzenie. Podczas wsiadania i wysiadania pasażerów na przystanku urządzenie opuszcza się na pętlę indukcyjną i następuje ładowanie baterii^[33].

Jednak tutaj pojawia się kolejny problem. Żywotność akumulatorów litowo-jonowych maleje wprost proporcjonalnie do natężenia ładowania. Autobus ładuje się w 30-60 minut korzystając ze stacji pantografowej. Ładowany jest wtedy prądem o natężeniu 150 A.

Znacznie zmniejszą to żywotność baterii. A zatem im wygodniej i szybciej ładować będą się baterie tym szybciej będą musiały być wymienione i poddane unieszkodliwieniu.

Problemem w naszych warunkach klimatycznych jest również wydajność akumulatorów litowo-jonowych zimą. Te, jak powszechnie wiadomo, tracą na wydajności w niskich temperaturach i może się okazać, że autobus w zimę przejedzie znacznie mniej kilometrów, przez mniejszą wydajność akumulatorów i dodatkowe obciążenie energetyczne w postaci ogrzewania pojazdu^[34].

Biorąc zatem pod uwagę powyższe czynniki, aby autobusy elektryczne mogły w pełni zastąpić konwencjonalne, konieczny jest skokowy postęp w dziedzinie przechowywania energii. Zwiększanie mocy i częstotliwości ładowania jest rozwiązaniem kompromisowym, rozwiązaniem optymalnym byłoby znaczne zwiększenie pojemności akumulatorów przy zachowaniu ich dotychczasowych rozmiarów.

Rozwiązaniem tego problemu jest też wprowadzenie autobusów z napędem wodorowym. Pionierem w Polsce będzie najprawdopodobniej miasto Poznań, które zamierza podpisać list intencyjny z Instytutem Transportu Samochodowego, dotyczący budowy pierwszej w naszym kraju stacji ładowania wodorem. Stacja ta byłaby stacją ładowania dla autobusów poznańskiego MPK oraz dla aut prywatnych. Projekt zostałby zrealizowany w ramach projektu HIT-2-Corridors^[35].

5. Podsumowanie

Pojawienie się samochodu z napędem elektrycznym to, de facto całkowita, zmiana warunków konkurencji – dotychczasowi liderzy rynku muszą starać się tak samo jak nowicjusze. Przykładem takiego stanu rzeczy jest przykład sukcesu technologicznego, komercyjnego samochodów Tesla. Na naszym rynku możemy wskazać niewątpliwy sukces firmy Solaris. Mimo braku wieloletnich tradycji i ugruntowanej pozycji rynkowej stajemy się jednym z największych producentów autobusów w Europie, wyprzedziliśmy wiele koncernów w produkcji autobusów EV. Nowoczesne autobusy elektryczne produkują również takie firmy jak Ursus Bus, AMZ Kutno czy Volvo Polska^[36].

Kluczem do sukcesu rynkowego jest znalezienie baterii, tańszej, lżejszej, mogącej przechować więcej energii. Może się zdarzyć, że takie rozwiązanie wprowadzi na rynek podmiot nie należący do grona gigantów motoryzacji. Wtedy w perspektywie najbliższych kilku czy kilkunastu lat przestaną się w ogóle liczyć. Los taki spotkał amerykański Kodak, niegdyś lidera w produkcji papierów fotograficznych, dla którego nie było miejsca w świecie fotografii cyfrowej. Podobnie Nokia nie zauważyła, że nadchodzi era smartfonów i w przeciągu kilku lat straciła pozycję lidera wśród producentów telefonów komórkowych.

Pojazdy elektryczne dziś są droższe w zakupie (ze względu na koszt baterii), ale za to są znacznie tańsze w eksploatacji. Niemniej jednak, elektryfikacja transportu kołowego będzie prawdziwym systemowym stymulatorem wzrostu gospodarczego. Z uwagi na fakt, że paliwa wykorzystywane w transporcie kołowym są, w przypadku polskim w 100% importowane. Prąd możemy produkować lokalnie. Przesuwając transport kołowy na napęd elektryczny, zapewniamy rodzimym producentom energii znakomite perspektywy inwestycyjne, gwarantując im przewidywalny, stały popyt na ich produkty. Wprowadzenie zelektryfikowanego transportu kołowego będzie się wiązało z niższymi kosztami transportu dla całej gospodarki. Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych w drugiej połowie roku przedstawi wyliczenia, w jakim stopniu wprowadzenie samochodów elektrycznych w Polsce wpłynie na wzrost Produktu Krajowego Brutto, wzrost zatrudnienia i inne dane makroekonomiczne.

LITERATURA:

- [1] Sadowski G. Skaner, Wprost 3/2017
- [2] Kalifornia: w 2030 nie będzie już samochodów ze spalinowymi silnikami?
<http://moto.pl/MotoPL/1,88389,18527333,kalifornia-w-2030-nie-bedzie-juz-samochodow-ze-spalinowymi.html> (02.2016)]
- [3] <http://gramwzielone.pl/auto-ekologiczne/22330/rekordowa-sprzedaz-samochodow-elektrycznych>
- [4] <http://www.pzpm.org.pl/Rynek-motoryzacyjny/> PZPM (02.2016)
- [5] SAMAR, 2015, Polski rynek zakończył 2015 rok na plusie.http://www.samar.pl/wiadomosci/sprzedaz-nowych-samochodow?locale=pl_PL (02.2016)
- [6] www.acea.be (02.2016)
- [7] Sobańska E., Euro 6. Ekologia: czy prestiż ?, 2013, www.log24.pl
- [8] <https://www.nik.gov.pl/plik/id,7116,vp,8988.pdf> (06.2014)
- [9] Łebkowski A., Samochody elektryczne – dźwięk ciszy, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe* Nr 1/2016 (109),
- [10] <http://moto.wp.pl/kat,55194,title,Samochody-elektryczne-beda-musialy-emitowac-dzwiek,wid,15262606,wiadomosc.html?ticaid=1187d8>]
- [11] Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, PL, C24/195, 22.01.2016
- [12] <http://www.cire.pl>. (Materiały problemowe. Autobusy elektryczne - przyszłość polskiego transportu)
- [13] <http://tech.wp.pl/solaris-polskie-pojazdy-ktore-podbily-swiat>
- [14] <http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/74/kiedy-zabraknie-ropy>
- [15] Popkiewicz M., Świat na rozdrożu, Katowice 2013
- [16] http://www.infobus.pl/autobusy-hybrydowe-w-polsce_more_51277.html
- [17] http://www.infobus.pl/podsumowujemy-testy-elektrobusa-byd_more_44293.html
- [18] www.srodowisko.abc.com.pl
- [19] http://m.infobus.pl/polski-rynek-nowych-autobusow-w-2015-r-more_80918.html
- [20] <http://cng-lng.pl/wiadomosci/Prezentacja-gazowego-autobusu-hybrydowego-Solbus,wiadomosc,8748.html>
- [21] http://m.infobus.pl/polski-rynek-nowych-autobusow-w-2016-r-more_91169.html
- [22] www.zielonagora.wyborcza.pl
- [23] Lipiecka M., Autobusy elektryczne---przyszłość polskiego transportu, *Czysta Energia* 10/2016
- [24] Lipiecka M., Autobusy elektryczne---przyszłość polskiego transportu, *Czysta Energia* 10/2016
- [25] http://www.infobus.pl/rzeszow-chce-kupic-130-autobusow-50-60-20_more_91704.html#
- [26] http://www.infobus.pl/elektryczne-starcie-w-polkowicach-byd-sor-i-solaris-more_91720.html
- [27] www.transport-publiczny.pl
- [28] www.transport-publiczny.pl
- [29] www.transport-publiczny.pl
- [30] MPK Poznań
- [31] http://samochodyelektryczne.org/byd_rozpoczyna_testy_k9_w_krakowie_od_rekordu_zasiagu.htm
- [32] MZK Warszawa
- [33] Serwis Naukowy PAP, Autobus elektryczny może być w ruchu bez przerw na ładowanie baterii, 2013-12-24
- [34] www.samochodyelektryczne.org
- [35] Urząd Miasta Poznania
- [36] http://motoryzacja.wnp.pl/autobusy-elektryczne-napedza-polski-przemysl-motoryzacyjny,284273_1_0_0.html