



TOR

ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH



Transport
Publiczny

POLSKA NA DRODZE DO ELEKTROMOBILNOŚCI

Partner merytoryczny:



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Partnerzy:



POLSKA NA DRODZE **DO ELEKTROMOBILNOŚCI**

Warszawa, wrzesień 2018

Spis treści

1. Autobus elektryczny a rozwój transportu	6
2. Elektromobilność a rozwój polskiej gospodarki	7
3. Co napędza transport publiczny w Polsce?	10
3.1. Autobusy	10
3.1.1. Największy miejsca przewoźnicy autobusowi w Polsce	12
3.2. Trolejbusy	14
3.3. Szynowy transport publiczny w komunikacji miejskiej	16
3.3.1. Tramwaje	16
3.3.2. Kolej aglomeracyjna	22
3.4. Zmiany w politykach transportowych miast w ostatnich latach	26
4. Alternatywne źródła napędu w transporcie publicznym	30
4.1. Autobus gazowy	34
4.2. Autobus elektryczny	36
4.3. Autobus hybrydowy	39
4.4. Autobus wodorowy (ogniwo paliwowe)	41
4.5. Porównanie kosztu pojazdów	41
5. Rodzaje napędów a sposoby ładowania pojazdów	44
5.1. Autobusy hybrydowe i infrastruktura wspomagająca	44
5.2. Infrastruktura do ładowania autobusów elektrycznych na zajeżdżniach	45
5.3. Ładowanie pantografowe. Sposoby i praktyka ładowania	47
5.4. Ładowanie indukcyjne i zastosowanie wodoru	48
5.5. Wybór odpowiedniej strategii ładowania	50
5.5.1. Ładowanie zajeżdżniowe	50
5.5.2. Ładowanie zajeżdżniowe i szybkie ładowanie na krańcach	50
5.5.3. Ładowanie na pętlach i doładowywanie na przystankach	51
5.5.4. Ładowanie zajeżdżniowe i pantografowe w czasie jazdy	51
6. Korzyści z rozwoju elektromobilności	54
6.1. Dlaczego elektrobusy?	54
6.1.1. Mniejsza emisja	54
6.1.2. Cichsza i płynniejsza jazda	56
6.1.3. Elektromobilność bez kosztownej infrastruktury	56
6.1.4. Elektrobusy zwiększają możliwości trolejbusów	57
6.1.5. Sprawniejsza i tańsza eksploatacja	57
6.1.6. Wizerunek komunikacji publicznej	59
6.2. Pojazdy elektryczne a ograniczanie ruchu w miastach	60
6.3. Elektromobilność a energetyka oparta na węglu	62
7. Czy autobusy elektryczne zdominują komunikację miejską?	68
7.1. Połowa autobusów na prąd już niedługo	68
7.2. Co pomoże, a co przeszkodzi autobusom elektrycznym?	71
7.3. Tańsze, lepsze, mocniej wspierane	72
8. Otoczenie instytucjonalne oraz sposoby finansowania	74
8.1. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych	74
8.2. Prawo zamówień publicznych i problem najniższej ceny	76
8.3. Fundusz Niskoemisyjnego Transportu	76
8.4. Bezemisyjny Transport Publiczny i Program E-Bus	79
9. Zrealizowane projekty z zakresu elektromobilności	82
9.1. Modertrans	82
9.1.1. Pierwszy tramwaj niskopodłogowy	82
9.1.2. Poznański przetarg	83
9.1.3. O wyborze zdecydowały parametry techniczne	83
9.2. Ekoenergetyka	84
9.3. Aptiv	85
9.3.1. Nowinki technologiczne	85
9.3.2. Dotacja z NCBR	86
9.3.3. Zespół	86

1. Autobus elektryczny a rozwój transportu

W najbliższych latach największy wzrost znaczenia i rozwój transportu publicznego będziemy obserwować w miastach i aglomeracjach, które zmagają się z problemem nadmiaru samochodów i zanieczyszczeniem powietrza. To będą dobre lata dla tramwajów czy np. rozwoju kolei aglomeracyjnej. Spora, jeśli nie największa, zmiana dokona się jednak na drogach – w autobusach, które wciąż stanowią i będą stanowić podstawę komunikacji. Obserwujemy właśnie rewolucję związaną z pojawieniem się i popularyzacją nowych form napędów, w szczególności w autobusach elektrycznych. Trwa konkurs Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) na polski elektrobus, a w ramach tego przedsięwzięcia Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej przeznaczył na zakup pojazdów bezemisyjnych przez samorządy 2,2 mld zł.

Mówiąc o elektromobilności, warto pamiętać, że w Polsce funkcjonuje obecnie 15 różnych systemów tramwajowych. W większości lokalizacji tramwaje pojawiły się jeszcze w XIX wieku, wyjątkiem jest Częstochowa (od 1959 r.) i Olsztyn (wznowienie eksploatacji tramwajów w 2015 r.). Dziś komunikacja szynowa, w związku ze wsparciem ze środków unijnych, przeżywa znów złoty okres. Komunikacja trolejbusowa jest dość mało popularna – funkcjonuje jedynie w trzech ośrodkach: Gdyni (i Sopotcie), Lublinie i Tychach – choć i tutaj zrealizowano istotne projekty związane z rozbudową sieci. Od wielu lat kolej aglomeracyjna wskazywana jest jako potencjalne rozwiązanie problemów transportowych dużych ośrodków miejskich. Kolej miejska funkcjonuje w Warszawie i Trójmieście, wysoki stopień integracji taryfowej działa w Łodzi, gdzie rola kolei będzie wzrastać po budowie tunelu średnicowego, kolej aglomeracyjna ruszyła też w Poznaniu. Rozwój kolei w przewozach miejskich i aglomeracyjnych jest planowany także w innych ośrodkach – Szczecinie, Wrocławiu, Górnośląsko-Zagłębowskiej Metropolii.

Wciąż jednak najpopularniejszym i najpowszechniej stosowanym środkiem komunikacji zbiorowej pozostają autobusy. Są one obecne praktycznie wszędzie tam, gdzie funkcjonuje komunikacja miejska. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, na koniec 2016 r. w Polsce eksploatowano niemal 12 tys. autobusów komunikacji miejskiej. Najwięksi miejscy przewoźnicy autobusowi w Polsce to: Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie (1425 pojazdów), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie (566), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Łodzi (408), Gdańskie Autobusy i Tramwaje (320), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Poznaniu (316) oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne we Wrocławiu (296).

Podstawowym paliwem zasilającym polskie autobusy jest olej napędowy. Pojazdów zasilanych innymi paliwami jest stosunkowo niewiele – pod koniec 2017 r. we flocie miejskich

przewoźników znajdowały się 64 autobusy na CNG, 40 na LNG, 20 na biopaliwa, a także 104 pojazdy hybrydowe oraz 52 autobusy elektryczne. Z pojazdów o napędzie alternatywnym wobec spalinowego, w najszerszym stopniu korzystają Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie.

Tymczasem wnioski płynące z europejskiej strategii na rzecz mobilności niskoemisyjnej nie są optymistyczne. Wg niej transport odpowiada za prawie jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w Europie i jest główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza w miastach. Dlatego właśnie tu musi dokonać się największa rewolucja. Odpowiedzią Europy na te wyzwania jest konieczność przestawienia się na mobilność niskoemisyjną pod względem emisji dwutlenku węgla i zanieczyszczeń powietrza.

Autobusy elektryczne, choć w tej chwili są droższe od zwykłych autobusów spalinowych, pozwalają na relatywnie tanie wprowadzenie do miasta transportu elektrycznego: nie wymagają bowiem bardzo drogich inwestycji w rozwój infrastruktury liniowej. Elektrobusy wymagają jedynie inwestycji punktowych w infrastrukturę ładowania, przy czym zróżnicowanie baterii i sposobów ich ładowania pozwala na kształtowanie tej infrastruktury w zależności od lokalnych potrzeb. Przy odpowiednio dobranych bateriach i parametrach trasy przewoźnicy mogą ograniczyć się zatem wyłącznie do budowy np. ładowarek na terenie zajezdni.

Wśród innych zalet elektrobusów należy wymienić istotnie niższy poziom hałasu emitowanego przez pojazdy, mniejsze drgania, płynniejszą jazdę oraz sprawniejszą i tańszą eksploatację. Ekspertki zwracają także uwagę, że choć podstawę polskiej energetyki wciąż stanowi węgiel, to upowszechnienie autobusów elektrycznych będzie istotnym ograniczeniem jego zużycia.

2. Elektromobilność a rozwój polskiej gospodarki

Polska gospodarka stoi dziś przed wyjątkową szansą. Elektromobilność przebojem wdzierą się do otaczającej nas rzeczywistości, otwierając liczne możliwości, ale i wyznaczając nam nowe, ambitne wyzwania. Rosnące zainteresowanie rynku wykorzystaniem nowoczesnych i czystych technologii w pojazdach stanowi znakomitą okazję do rozwoju sektora motoryzacyjnego, który przecież już dziś jest jednym z filarów naszej gospodarki. Dysponujemy sporym potencjałem innowacyjnym, a rodzimi producenci autobusów mają w swojej ofercie już nawet pojazdy elektryczne z ogniwami paliwowymi wykorzystującymi wodór. Sukces wysiłków podejmowanych na rzecz wsparcia rozwoju elektromobilności w Polsce będzie jednak zależny od mobilizacji wszystkich zainteresowanych sił, a w szczególności od efektywnej współpracy administracji rządowej, przedsiębiorstw i środowiska nauki.

Zwiększenie liczby pojazdów bezemisyjnych lub niskoemisyjnych na naszych drogach jest z jednej strony marzeniem i ambicją, z drugiej zaś – koniecznością wynikającą z troski o środowisko naturalne. Opublikowany niedawno raport Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii wskazuje, że koszty zdrowotne i finansowe smogu sięgają w Polsce nawet 30 mld euro rocznie. Ta szokująca kwota jasno dowodzi, że przyjęta przez rząd Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju, kładąca nacisk m.in. na rozwój elektromobilności, to krok we właściwym kierunku.

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, realizując zadania z zakresu polityki innowacyjnej państwa, od lat aktywnie uczestniczy w budowie ekosystemu wspierania elektromobilności w Polsce. W ramach kilku różnych programów wsparliśmy prace nad dziesiątkami projektów motoryzacyjnych, m.in. nad innowacyjnymi pojazdami, technologiami czy infrastrukturą ładowania. Zdajemy sobie sprawę, że wyzwania, które przed nami stoją, wymagają kompleksowego podejścia, dlatego prowadzimy działania wielotorowo. W dziedzinie elektromobilności realizujemy m.in. program Bezemisyjny Transport Publiczny i Program Magazynowania Wodoru, których efekty mają przyczynić się do prawdziwej rewolucji na polskich drogach, a w pierwszej kolejności – na ulicach kilkudziesięciu miast, które są naszymi partnerami. Cały czas prowadzimy także konkursy, w których autorzy interesujących i perspektywicznych projektów z sektora motoryzacyjnego lub innych z nim związanych mogą liczyć na wielomilionowe wsparcie prac badawczo-rozwojowych.

Mam nadzieję, że raport przygotowany przez ZDG TOR i wnioski z niego płynące staną się dla Państwa źródłem inspiracji i zachętą do wkroczenia na innowacyjną ścieżkę do sukcesów w dziedzinie elektromobilności.



Prof. Maciej Chorowski,
Dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju



Fot. Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie

CO NAPĘDZA TRANSPORT PUBLICZNY W POLSCE?

3. Co napędza transport publiczny w Polsce?

3.1. Autobusy

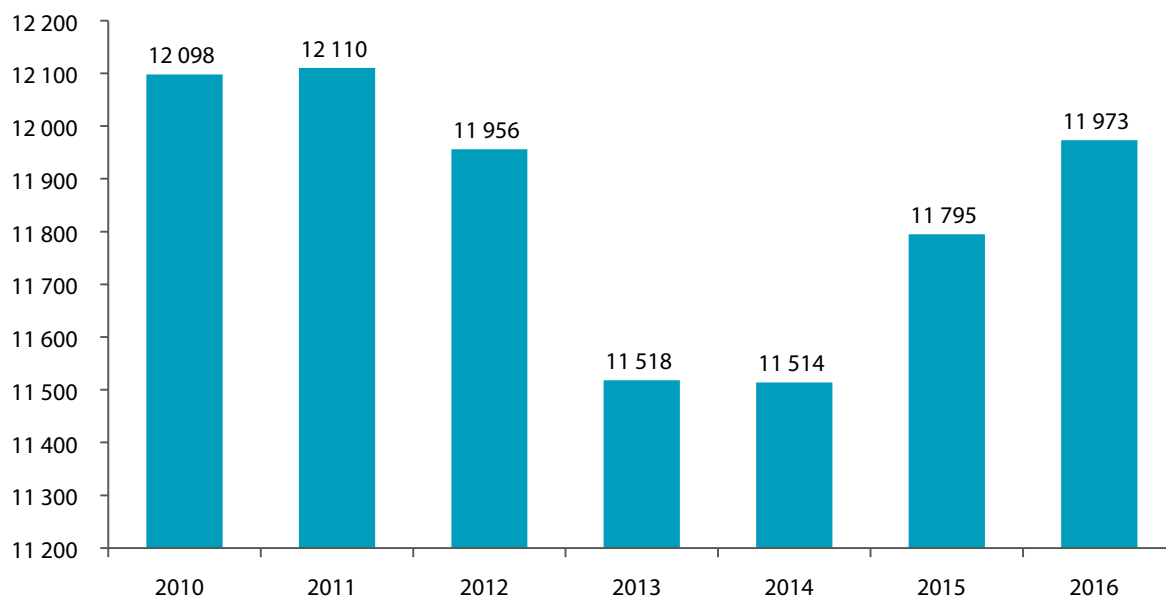
Autobusy są obecnie najpopularniejszym i najpowszechniej stosowanym środkiem komunikacji zbiorowej. Są one obecnie praktycznie wszędzie tam, gdzie funkcjonuje komunikacja miejska. Są więc eksploatowane w każdej większej miejscowości w Polsce. W poprzedniej rzeczywistości polityczno-gospodarczej autobusy były najczęściej wykorzystywane jako środek dowożący pasażerów do przystanków komunikacji szynowej lub też wszędzie tam, gdzie potoki pasażerskie były mniejsze niż w dużych ośrodkach miejskich. Z biegiem czasu jednak ich popularność i zastosowanie wzrastały, aż w końcu stały się one podstawowym środkiem transportu miejskiego¹. Zwiększające się znaczenie autobusów miało związek z niezaprzeczalnymi ich

zaletami: brakiem konieczności budowy wyspecjalizowanej infrastruktury transportowej (sieć, torowisko) i zasilającej, łatwością tworzenia i uruchamiania nowych tras, stosunkowo dużą pojemnością pojazdów, możliwością elastycznego reagowania na zmiany potoków pasażerskich (łatwe dostosowywanie taboru do natężenia ruchu) czy dość dużą odpornością na zdarzenia losowe i wysoką dostępnością przestrzenną². Oczywiście największym plusem jest wykorzystywanie ogólnodostępnej infrastruktury drogowej (w Polsce przystanki autobusowej komunikacji miejskiej na danej trasie znajdują się w odległości średnio ok. 0,4-0,6 km od siebie)³. Literatura przedmiotu jako główne wady komunikacji autobusowej wymienia jej niewielką szybkość, stosunkowo niską punktualność, niski komfort jazdy czy relatywnie duży wpływ na środowisko⁴. Nowoczesne rozwiązania technologiczne niwelują już jednak w znacznym stopniu część z nich.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego na koniec 2016 r. w Polsce eksploatowane były 11 973 autobusy komunikacji miejskiej⁵. Liczba ta ulega od kilku lat jedynie niewielkim zmianom – różnica pomiędzy rokiem 2010 a 2016 to nieco ponad 100 sztuk. Tylko 454 jednostki spośród ogółu autobusów to pojazdy na paliwo alternatywne (w 2015 r. – 419)⁶.

Ok. 81 proc. wszystkich autobusów komunikacji miejskiej w Polsce to pojazdy „w ruchu”, stale eksploatowane. Średnio każdy

Liczba autobusów komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2010-2016



Źródło: GUS

1. A. Fajczak-Kowalska, A. Wojcieszak, T. Siedlecki, Analiza taboru autobusowego komunikacji miejskiej w wybranych miastach Polski, [w:] „Autobusy” nr 12/2016, s. 1549.

2. M. Kelles-Krauz, Czynniki ekonomiczne i organizacyjne racjonalizacji komunikacji miejskiej, Radom 2004, s. 113.

3. M. Zych, J. Baran, Porównanie organizacji komunikacji miejskiej w wybranych miastach świata i Polski, [w:] „Logistyka” nr 6/2012, s. 637.

4. M. Szymczak, Logistyka miejska, Poznań 2008, s. 119.

5. http://swaid.stat.gov.pl/TransportLaczynosc_dashboards/Raporty_predefiniowane/RAP_DBD_TRANS_11.aspx

6. W tym rozdziale dane za rok 2017.

z nich pokonuje dziennie 195 km (te o napędzie alternatywnym – 183 km), a rocznie – 71 090 km. Najwięcej pojazdów autobusowej komunikacji miejskiej w naszym kraju jest w województwie mazowieckim (2692) i śląskim (1873). W dalszej kolejności znajdują się województwa: małopolskie (960), wielkopolskie (862), dolnośląskie (799), łódzkie (775), pomorskie (695), kujawsko-pomorskie (514), świętokrzyskie (467), lubelskie (456), zachodniopomorskie (456), podkarpackie (432), podlaskie (356), warmińsko-mazurskie (290), lubuskie (173) i opolskie (173).

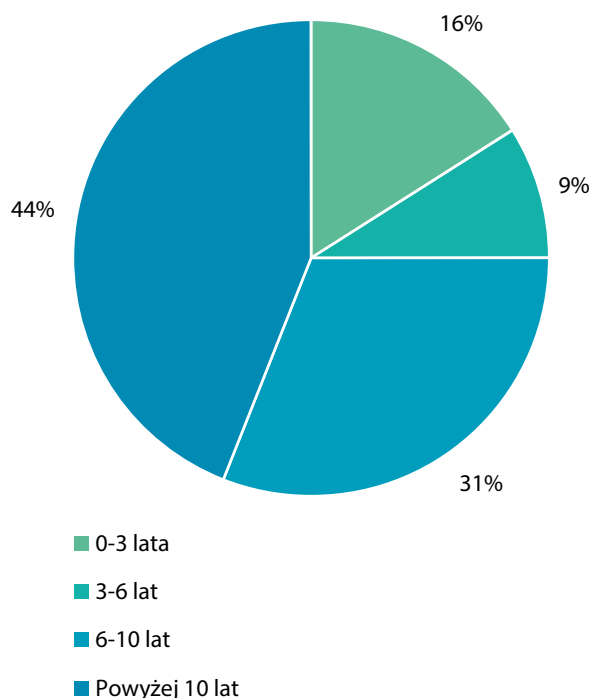
Według danych Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej⁷ w 2017 r. średni wiek taboru autobusowego wynosił 11,74 lat. 50 proc. członków IGKM eksploatowało wówczas pojazdy starsze niż 11-letnie, a 10 proc. – starsze niż 17-letnie. Około 44 proc. użytkowanych w Polsce autobusów to pojazdy w wieku powyżej 10 lat, 31 proc. miało od 6 do 10 lat, a 9 proc. – od 3 do 6 lat. Pojazdy nowe (do 3 lat) stanowiły grupę ok. 16-procentową.

Stosunkowo nieznaczłą część eksploatowanego taboru stanowią pojazdy z silnikami niespełniającymi norm Euro. W 2017 r. było to jedynie 2 proc. autobusów jeżdżących w komunikacji miejskiej w Polsce. Kolejne 2 proc. to pojazdy spełniające normę Euro 1. 14 proc. spełnia Euro 2, a silniki zgodne z Euro 3 znajdują się w 21 proc. pojazdów. Największa grupa – stanowiąca 61 proc. Ogółu – to wozy wyposażone w nowoczesne silniki spełniające normy Euro 4, Euro 5, Euro 6 i EEV. W porównaniu z 2016

r. zwiększyła się ona o 6 proc.⁸ Władze poszczególnych miast, a za ich przykładem najczęściej także będące ich własnością spółki przewoźowe, kładą coraz większy nacisk na stosowanie ekologicznych rozwiązań w transporcie. Wymuszane jest to także normą Euro 6 w konwencjonalnych pojazdach spalinowych⁹. Z tego powodu można się spodziewać, że w kolejnych latach znaczenie autobusów bezemisyjnych – zarówno pojazdów elektrycznych, jak i tych wykorzystujących ogniwo wodorowe – będzie rosło¹⁰.

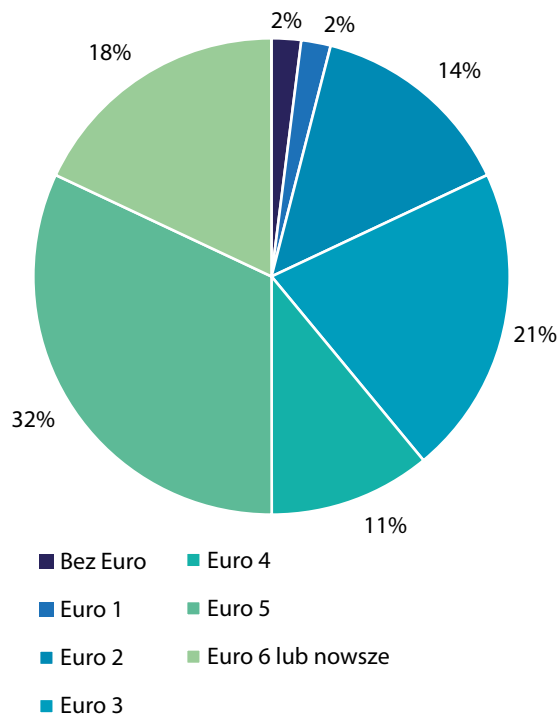
Najwięksi miejscy przewoźnicy autobusowi w Polsce to Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie (1425 autobusów), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie (566 wozów), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Łodzi (408 wozów), Gdańskie Autobusy i Tramwaje (320 autobusów), Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Poznaniu (316 autobusów) oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne we Wrocławiu (296 pojazdów). Najmłodsze autobusy jeżdżą w barwach Miejskich Zakładów Komunikacyjnych z Bydgoszczy – średni wiek pojazdu eksploatowanego tam w 2017 r. wynosił 5 lat. Drugim pod tym względem taboru autobusowym dysponują MPK Kraków i KM Kołobrzeg (6 lat). Tuż za nimi plasują się takie przedsiębiorstwa komunikacyjne jak PKM Katowice, MZK Słupsk i MZK Bielsko-Biała. Wszystkie te spółki wykorzystywały autobusy o średnim wieku 7 lat. Na drugim biegunie znalazły się MPK Brzesko i MZK Oświęcim

Struktura wiekowa taboru autobusowego komunikacji miejskiej w Polsce (2017)



Źródło: Opracowanie własne

Udział silników autobusowych wg rodzaju spełnianych norm emisji spalin (2017)



Źródło: Opracowanie własne

7. Komunikacja miejska w liczbach. Dane za 12 miesięcy 2017 roku, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa, lipiec 2018.

8. Komunikacja miejska w liczbach. Dane za 12 miesięcy 2016 roku, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa, lipiec 2017.

9. A. Maciejczyk, Autobusy komunikacji miejskiej o napędzie elektrycznym w Polsce, [w:] „Logistyka” nr 3/2015, s. 2954.

10. A. Lozanovski, N. Whitehouse, N. Ko, S. Whitehouse, Sustainability Assessment of Fuel Cell Buses in Public Transport, [w:] „Sustainability” 2018.

(średni wiek autobusu to po 20 lat w przypadku każdego z tych przedsiębiorstw).

Na koniec 2017 r. w Polsce w ramach usług świadczonych przez miejskich przewoźników autobusowych eksploatowano 64 autobusy na CNG, 40 na LNG, 20 jeżdżących na biopaliwa, 104 pojazdy hybrydowe oraz 52 autobusy elektryczne. Z pojazdów o napędzie alternatywnym wobec spalinowego w najszerszym stopniu korzystają Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie. Łącznie wykorzystują one 35 autobusów na gaz płynny, 4 hybrydowe oraz 31 elektrycznych. W stolicy działają także przewoźnicy agencyjni świadczący usługi na zlecenie Zarządu Transportu Miejskiego. Arriva dysponuje m.in. 5 hybrydami, Mobilis – 61 hybrydami, a PKS Grodzisk Mazowiecki – 5 autobusami na biopaliwa¹¹. Poza tym znaczącą – jak na polskie warunki – liczbą pojazdów o napędzie alternatywnym dysponuje również MPK Kraków (5 autobusów na CNG, 12 hybrydowych, 26 elektrycznych), MPK Częstochowa (2 na CNG i 39 hybrydowych), MPK Kraków (12 hybryd i 26 autobusów elektrycznych), MZK Tomaszów Mazowiecki (25 hybryd) i MZK Zamość (26 pojazdów na CNG).

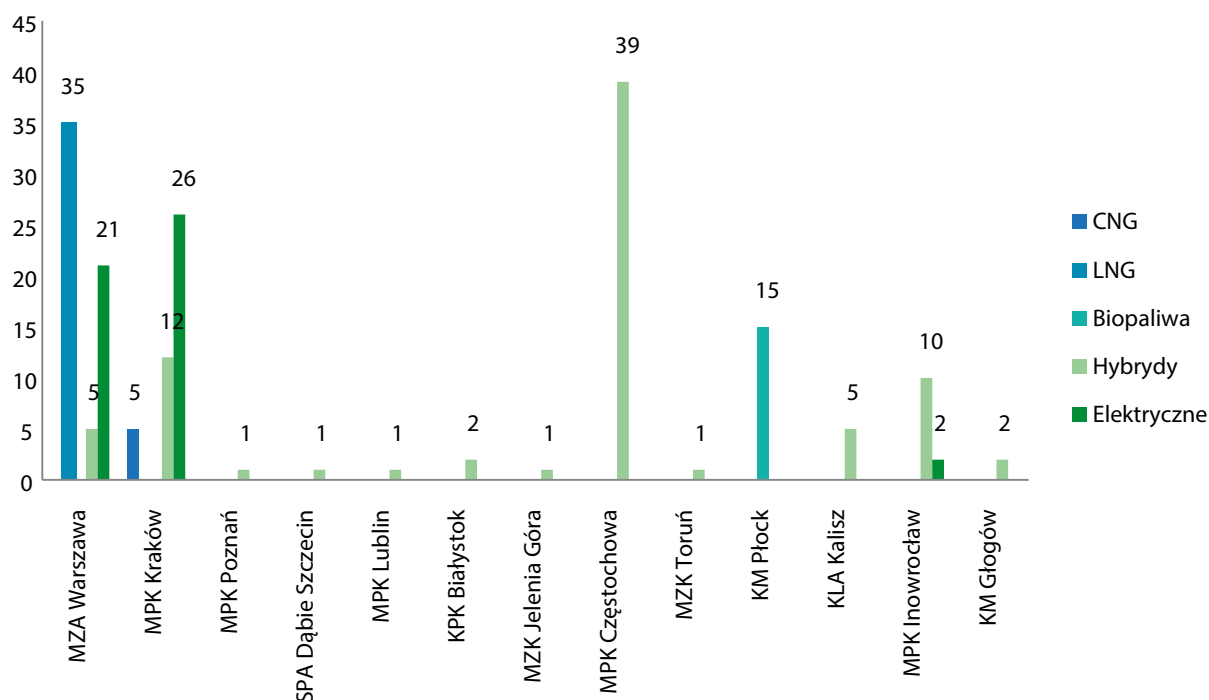
3.1.1. Najwięksi miejscy przewoźnicy autobusowi w Polsce

Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie – 1425 autobusów, z czego 1292 własne. Największy z kilku podmiotów realizujących przewozy pasażerskie w stołecznej komunikacji miejskiej. Wykonuje je na zlecenie Zarządu Transportu Miejskiego i według zasad określonych przez ZTM. Oferuje przewozy na liniach zwykłych, przyśpieszonych, ekspresowych i nocnych na terenie aglomeracji warszawskiej, w tym do wybranych miejscowości w strefie podmiejskiej. 100 proc. taboru stanowią pojazdy niskopodłogowe. Średni wiek autobusu to 8 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie – 566 autobusów, 489 własnych. Przedsiębiorstwo realizuje usługi przewozowe na podstawie umowy na świadczenie usług komunikacji miejskiej w Krakowie podpisanej z Gminą Miejską Kraków. Poza autobusami eksploatuje również tramwaje. Dodatkowo zapewnia odpowiednią dystrybucję biletów. Średni wiek autobusu – 6 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne – Łódź – 408 autobusów, 328 własnych. Świadczy usługi na podstawie podpisanej z Gminą Łódź umowy na świadczenie usług publicznych w ramach organizacji lokalnego transportu zbiorowego. Eksploatuje autobusy i tramwaje. Średni wiek autobusu MPK Łódź to 8 lat.

Liczba autobusów eksploatowanych przez spółki komunikacji miejskiej w Polsce napędzanych paliwem innym niż ON (rok 2017)



Źródło: Opracowanie własne, dane na koniec roku 2017

11. Informator statystyczny czerwiec 2018, nr VI (291), Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie 2018.

Gdańskie Autobusy i Tramwaje – 320 autobusów, 265 własnych. Od początku 2009 r. spółka działa w oparciu o wieloletnią umowę na świadczenie usług przewozowych (komunikacja autobusowa – 8 lat, tramwajowa – 22 lata) z Gminą Miasta Gdańska, w której imieniu działa Zarząd Transportu Miejskiego w Gdańsku. Średni wiek autobusu – 9 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Poznaniu – 316 autobusów. Jednoosobowa spółka miejska powstała w 2000 r. w wyniku przekształcenia zakładu budżetowego MPK w Poznaniu. Prowadzi transport publiczny tramwajowy – w granicach miasta Poznania – oraz autobusowy – w granicach miasta Poznania oraz kilku podpoznańskich gmin. Wszystko to na zlecenie poznańskiego Zarządu Transportu Miejskiego.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne we Wrocławiu – 296 autobusów, z czego 238 własne. Jednoosobowa spółka Gminy Wrocław powstała w 1995 r. Prowadzi przewozy autobusowe i tramwajowe. Średni wiek autobusu – 10 lat.

Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej w Katowicach – 258 autobusów, wszystkie własne. Właścicielem firmy są samorządy: Katowic (87,59 proc. udziałów), Siemianowic Śląskich (8,5 proc.) i Chorzowa (3,91 proc.). Świadczy usługi przewozowe dla Komunikacyjnego Związku Komunalnego GOP na terenie Katowic, Chorzowa, Siemianowic Śląskich, Mysłowic i Zabrze. Firma obsługuje również komercyjną linię „Łotnisko” na trasie Katowice – MPL Katowice w Pyrzowicach. Średni wiek autobusu – 7 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie – 209 autobusów, 109 własnych. Świadczy przewozy komunikacji miejskiej zlecane przez Zarząd Transportu Miejskiego w Lublinie. Swoje zadania wykonuje autobusami i trolejbusami. Umowa wieloletnia została podpisana w 2009 r. Średni wiek autobusu – 10 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Częstochowie – 206 autobusów, wszystkie własne. Jednoosobowa spółka Gminy Częstochowa powołana w 2000 r. Odpowiedzialna za świadczenie usług transportowych autobusami i tramwajami. Średni wiek autobusu – 8 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne – Rzeszów – 181 autobusów, z czego 101 własnych. Spółka będąca w 100 proc. własnością Gminy Miasto Rzeszów. Średni wiek autobusu – 10 lat.

Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej w Gliwicach – 180 autobusów, wszystkie własne. Większościowym udziałowcem w spółce jest miasto Gliwice. Obsługuje komunikację na terenie tego ośrodka miejskiego oraz okolicznych miast i gmin, realizując przewozy na 45 liniach. Wykonuje zadania przewozowe zlecane przez KZK GOP. Średni wiek autobusu – 8 lat.

Miejski Zakład Komunikacji w Toruniu – 142 autobusy, wszystkie własne. Spółka miejska odpowiedzialna za świadczenie pasażerskich usług transportowych na terenie miasta przy wykorzystaniu autobusów i tramwajów. Średni wiek autobusu – 11 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Olsztynie – 157 autobusów. Spółka powstała z przekształcenia PKM w Olsztynie w 1992 r. Jej właścicielem jest Gmina Miejska Olsztyn. Na terenie miasta realizuje zadania związane z komunikacją autobusową na mocy umowy wieloletniej 2013-2027. Część linii na mocy porozumień z okolicznymi gminami wyjeżdża poza granice miasta. MPK Olsztyn jest także operatorem wewnętrznym w przewozach tramwajowych. Średni wiek autobusu – 9 lat.

Miejskie Zakłady Komunikacyjne w Bydgoszczy – 155 autobusów, wszystkie własne. Spółka będąca własnością gminy miejskiej Bydgoszcz. Realizuje transport pasażerski miejski świadczony komunikacją autobusową i tramwajową. Jej działalność jest koordynowana przez bydgoski Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej. Średni wiek autobusu – 5 lat.

Miejskie Zakłady Komunikacyjne w Bielsku-Białej – 136 autobusów, wszystkie własne. Zakład budżetowy miasta odpowiedzialny za świadczenie usług przewozowych na jego terenie. Na podstawie podpisanych porozumień komunalnych autobusy MKZ Bielsko-Biała obsługują także gminy: Czechowice-Dziedzice, Bestwina, Jasienica i Wilkowice. Średni wiek pojazdu – 7 lat.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Radomiu – 132 autobusy, z czego 78 własnych. 100 proc. udziałów w spółce posiada Gmina Miejska Radom. Obecnie obsługuje ok. 70 proc. radomskich linii autobusowych (18 na 26 linii), bazując na umowie zawartej z miastem w 2012 r. Średni wiek autobusu – 12 lat.

Komunikacja Miejska Płock – 113 autobusów, wszystkie własne. Jednoosobowa spółka skarbu Gminy Płock utworzona w 1998 r. w wyniku przekształcenia zakładu budżetowego ZKM Płock. Średni wiek autobusu – 12 lat.

SPA „Dąbie” Szczecin i SPA „Klonowica” Szczecin – odpowiednio 100 autobusów i 103 autobusy. Spółki, które wspólnie ze Szczecińsko-Polickim Przedsiębiorstwem Komunikacyjnym obsługują komunikację autobusową w Szczecinie i sąsiednich gminach. Powstały poprzez usamodzielnienie trzech baz autobusowych – w Szczecinie prawo- i lewobrzeżnym oraz w Policach. Średni wiek autobusu to odpowiednio 10 i 9 lat.

3.2. Trolejbusy

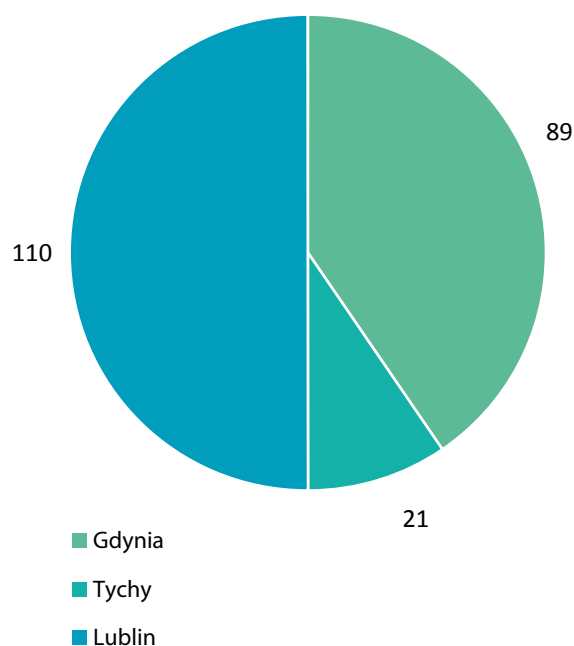
Komunikacja trolejbusowa jest w naszym kraju dość mało popularna. Wciąż pozostaje ona raczej domeną miast byłego ZSRR – szczególnie duże systemy trolejbusowe działają m.in. w Moskwie i Kijowie. W Polsce obecna jest natomiast jedynie w trzech ośrodkach miejskich: Lublinie, Gdyni i Tychach (dawniej trolejbusy jeździły w 12 polskich miastach). Nie pojawiają się plany wprowadzenia tego środka transportu zbiorowego w innych miastach w kraju nawet pomimo tego, że trolejbusy znalazły uznanie w oczach prawodawcy unijnego – w Zielonej Księdze Transportu Miejskiego ogłoszonej przez UE jeszcze we wrześniu 2007 r. zadeklarowano wsparcie (w tym również dofinansowanie) rozbudowy, rozwoju i modernizacji sieci trolejbusów (podobnie jak i tramwajów, metra i kolei aglomeracyjnej) w europejskich miastach¹².

Wśród zalet trolejbusów najczęściej wymieniane są:

- korzystne właściwości ruchowe – trolejbusy cechują się większym przyspieszeniem niż autobusy (co skutkuje większą średnią prędkością przejazdu w obszarze miejskim), lepszą niż w przypadku autobusów zdolnością pokonywania wzniesień, krótszą drogą hamowania w porównaniu z tramwajami (wynikającą z lepszej przyczepności kół) i płynną zmianą prędkości (brak konieczności przełączania przełożeń w skrzyni biegów),
- brak emisji substancji szkodliwych do atmosfery,
- możliwość wykorzystania energii z OZE,
- niższa emisja hałasu przez silnik elektryczny,
- wykorzystanie rekuperacji energii podczas hamowania,
- niskopodłogowość połączona z uproszczeniem mechanizmu silnika,
- niższa masa pojazdu w porównaniu z autobusami,
- w porównaniu z tramwajami – większa mobilność (brak „przykucia” do toru – trolejbus może omijać przeszkody na trasie, odjeżdżając spod sieci trakcyjnej na nawet 2-3 metry),
- wyposażanie nowoczesnych trolejbusów w zasobniki energii, dzięki czemu w przypadku uszkodzenia sieci mogą one poruszać się (z ograniczoną prędkością i przez pewien czas) o własnych siłach,
- niższy koszt budowy infrastruktury trolejbusowej w porównaniu z infrastrukturą tramwajową,
- niższe koszty eksploatacji trolejbusów w porównaniu z autobusami (brak skomplikowanych i zawodnych podzespołów).
- Jako główne wady komunikacji trolejbusowej wymienia się natomiast:
- większą złożoność trolejbusowej sieci trakcyjnej w porównaniu z tramwajową,
- konieczność korzystania z tej samej drogi, z której korzystają samochody – podatność na korki,

- brak możliwości wyprzedzania się trolejbusów, jeśli nie posiadają one zasobników energii (może dochodzić do blokowania linii przez zepsute pojazdy),
- zdarzające się czasem zjawisko „gubienia pałaków” (odrywania odbieraków prądu od sieci trakcyjnej), które jest niwelowane dzięki nowoczesnym rozwiązaniom technicznym¹³.

Tabor trolejbusowy w Polsce (2017)



Źródło: Opracowanie własne, TLT Tychy

Podstawowe informacje na temat systemów trolejbusowych w Polsce:

Gdynia – trolejbusy jeżdżące w tym mieście eksploatowane są przez Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej w Gdyni. Podmiot ten został utworzony 1 stycznia 1998 r. poprzez wydzielenie z Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej struktur zajmujących się eksploatacją trakcji trolejbusowej. PKT Gdynia eksploatuje obecnie 89 trolejbusów (bez pojazdów zabytkowych wykorzystywanych sezonowo na linii 326). Ich średni wiek to 13 lat. Park taborowy gdyńskiego przewoźnika to 26 Mercedesów O405NT/O530, 2 Mercedesy O530TAC/MAZ, 36 Solarisów Trollino 12M, 7 Solarisów Trollino 12T/Urbino 12 oraz 16 Solarisów Trollino 12AC; łącznie 87 pojazdów. Wykorzystują one 86,93 km sieci trakcyjnej, 41 rozjazdów i 32 skrzyżowania. Zasilanie zapewnia 10 podstacji o całkowitej mocy 18,4 MW. Trolejbusy PKT Gdynia dojeżdżają również do Sopotu. Łącznie obsługują 15 linii (12 zwykłych, 2 zjazdowe i jedną zabytkową).

12. K. Hebel, Kierunki rozwoju komunikacji trolejbusowej w świetle wyników badań marketingowych w Gdyni, [w:] „Logistyka” 3/2012, s. 788.

13. M. Pawełczyk, Trolejbusy – jako korzystna alternatywa dla transportu zbiorowego, [w:] „Autobusy” 12/2011, s. 253-255.

Lublin – trolejbusy jeżdżące w tym mieście eksploatowane są przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie. Jeździ tam obecnie 110 pojazdów. Średni wiek trolejbusu w Lublinie to obecnie jedynie 5 lat. Park taborowy lubelskiego przewoźnika to 1 Jelcz PR-110E/TM-120, 3 Jelcze 12MT, 1 Mercedes O530TAC/MAZ, 3 Solarisy Trollino 12M, 20 Solarisów Trollino 12T/Urbino 12, 31 Solarisów Trollino 12AC, 38 Ursusów T70116 i 1 Saurer 4T/Skoda Tr9/ZIU; łącznie 98 pojazdów. Korzystają one z 130,8 km sieci trakcyjnej zasilanej przez 12 podstacji o całkowitej mocy 22 MW. Sieć trakcyjna posiada 85 rozjazdów i 64 skrzyżowania. Łącznie trolejbusy w Lublinie obsługują 13 linii (11 zwykłych, jedną turystyczną i jedną zjazdową).

Tychy – komunikacja trolejbusowa w tym mieście obsługiwana jest na zlecenie MZK Tychy przez spółkę miejską Tyskie Linie Trolejbusowe powstałą w wyniku wydzielenia ze struktur Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej w Tychach. Eksploatowanych jest tam łącznie 21 pojazdów: 1 Solaris Trollino 12T, 2 Solarisy Trollino 12AC, 3 Solarisy Trollino 12DC R oraz 15 Solarisów Trollino 12MB. Wszystkie są jednostkami niskopodłogowymi, a ich średni wiek to 7 lat. Korzystają one z sieci trakcyjnej o długości ponad 40 km, mającej 20 rozjazdów i 11 skrzyżowań. Trolejbusy kursują na 6 liniach.

3.3. Szynowy transport publiczny w komunikacji miejskiej

3.3.1. Tramwaje

Obecnie w Polsce funkcjonuje 15 systemów tramwajowych. Ten środek transportu publicznego był w naszym kraju od zawsze relatywnie popularny, aczkolwiek pod względem inwestycyjnym dopiero wejście do Unii Europejskiej dało mu nowy impuls do rozwoju. Poszczególne systemy z różnych miast są dość mocno zróżnicowane – od stosunkowo niewielkiego Grudziądza (98 tys. mieszkańców, najmniejsze polskie miasto eksploatujące tramwaje) do systemu w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym (jeden z największych w Europie – łączący aż 13 miast) czy Łodzi, w której tramwaje obsługują nie tylko połączenia w stolicy aglomeracji, ale także okoliczne ośrodki miejskie. W większości lokalizacji tramwaje pojawiły się jeszcze w XIX w., wyjątkiem jest Częstochowa (od 1959 r.) i Olsztyn (wznowienie eksploatacji tramwajów w 2015 r.). Lata 90. były dla komunikacji tramwajowej w wielu miastach kryzysowe, do zamknięcia tras doszło w aglomeracji łódzkiej, Toruniu, Bydgoszczy czy w GOP (tam jeszcze w 2009 r. tę niechlubną tradycję kontynuowały Gliwice). Pomimo tego w większości ośrodków miejskich eksploatujących ten środek transportu był i wciąż jest on niezwykle ważnym elementem systemu transportowego – nawet przy braku środków na jego rozbudowę czy inwestycje w nowe pojazdy. Wejście Polski do Unii Europejskiej otworzyło nowe szanse przed „tramwajowymi” miastami – również w sferze zakupów nowego taboru. W tym obszarze do początku XXI w. najbardziej rozpowszechnione były pojazdy produkcji chorzowskiego Konstalu, a w mniejszych miastach – również tramwaje używane, sprowadzane zza granicy, najczęściej z Niemiec. Możliwość pozyskania funduszy europejskich sprawiła, że krajowi producenci taboru szynowego zaczęli inwestować w produkcję pojazdów nowej generacji. W stosunkowo krótkim czasie pozycję dominującą na rynku dostaw nowych tramwajów zajęła bydgoska Pesa, a kroku próbowały dotrzymywać jej Solaris i Modertrans. Wśród inwestycji infrastrukturalnych ze wsparciem unijnym warto wymienić przedsięwzięcia zrealizowane w Olsztynie (budowa zupełnie nowej sieci), Krakowie i Gdańsku (znacząca rozbudowa funkcjonujących połączeń do nowych dzielnic mieszkaniowych), Poznaniu (zajezdnia na Franowie), Szczecinie (szybki tramwaj do prawobrzeżnej dzielnicy miasta), Bydgoszczy (9,5-kilometrowa linia do dzielnicy Fordon), a także w Warszawie (m.in. rozbudowa infrastruktury tramwajowej na Bemowie). Ambitne plany rozwojowe realizowane będą także we wcześniej mało aktywnych pod tym względem ośrodkach: Gorzowie Wlkp. czy miastach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego¹⁴.

Najdłuższą siecią tramwajową w Polsce dysponuje konurbacja górnośląska. Tramwaje Śląskie posiadają 329,6 km toru pojedynczego (kmtp). Na kolejnych miejscach pod tym względem plasują się Warszawa (302,6 kmtp), Łódź (221 kmtp) oraz Wrocław (190,14 kmtp). Na przeciwległym krańcu znajduje się Olsztyn (19,54 kmtp).

Najliczniejszym parkiem taborowym dysponuje Warszawa (729 wagonów tramwajowych – przy założeniu, że skład przegubowy liczony jest jako 2 wagony). Na drugim miejscu jest Łódź (488 tramwajów), a na trzecim – Kraków (394 pojazdy). Najmniej tramwajów jeździ po Olsztynie (15 sztuk).

Według danych IGKM za 2017 r. średni wiek taboru tramwajowego w Polsce wynosi 26,78 lat. Spośród podmiotów eksploatujących te pojazdy 50 proc. posiada tramwaje o średnim wieku wyższym niż 26 lat, a 10 proc. – wyższym niż 33 lata. Około 62 proc. użytkowanych w Polsce tramwajów ma powyżej 25 lat, 4 proc. – od 20 do 25 lat, 7 proc. – od 15 do 20 lat, a 14 proc. – od 5 do 15 lat. Pojazdy nowe (do 5 lat) stanowią ok. 13 proc. całości parku taborowego. Średni wskaźnik wykorzystania tramwajów w Polsce to 72,4 proc.

Bydgoszcz – sieć tramwajowa wąskotorowa (1000 mm) uruchomiona w 1888 r. (trakcja konna), zelektryfikowana w 1896 r. 10 linii obsługiwanych przez MZK Bydgoszcz. 91,65 km toru pojedynczego, sieć trakcyjna zasilana przez 12 podstacji. MZK Bydgoszcz eksploatuje 121 tramwajów o średnim wieku 33,3 lat. To w większości wciąż tramwaje 805Na produkcji chorzowskiego Konstalu. Niedawno miały jednak miejsce dostawy tramwajów Swing produkcji miejscowej Pesy. Inwestycje infrastrukturalne w ostatnich latach to przede wszystkim przywrócenie linii tramwajowej na dworzec kolejowy (w 2012 r.) oraz budowa połączenia do dzielnicy Fordon (uruchomienie w połowie stycznia 2016 r.). Dalsze plany zakładają budowę dwóch krótkich odcinków (linia na ul. Kujawskiej oraz połączenie ulic Fordońskiej i Toruńskiej z budową nowego mostu na Brdzie) łączących istniejącą infrastrukturę oraz położenie nacisku na wymianę taboru i modernizację obecnie funkcjonujących odcinków linii tramwajowych.

Częstochowa – sieć tramwajowa normalnotorowa (1435 mm), 3 linie dzienne oraz linia nocna obsługiwane przez MZK Częstochowa. Komunikacja tramwajowa w tym mieście to 34,2 km toru pojedynczego, a także sieć trakcyjna zasilana przez 4 podstacje o mocy całkowitej 13,2 MW. System tramwajowy uruchomiony został w 1959 r. – Częstochowa jest obok Olsztyna jednym z dwóch miast w Polsce, w których doszło do tego po zakończeniu II wojny światowej. Pierwsza linia łączyła zakłady przemysłowe ulokowane na południowym wschodzie miasta z osiedlami robotniczymi znajdującymi się na północy. Do rozbudowy sieci dochodziło w 1971 i 1984 r. W 2012 r. otwarto kolejną linię – do Bleszna i Rakowa – jej budowa była współfinansowana przez Unię Europejską. Dalsze plany mówiły o konstrukcji połączenia do Parkitki, pozostały jednak niezrealizowane. W Częstochowie eksploatowane jest 51 tramwajów o średnim wieku 29 lat. To w większości wciąż konstalowskie pojazdy 105Na,

14. Tramways in Poland 2018, Zespół Doradców Gospodarczych TOR, Warszawa 2018, s. 6-7.

wyprodukowane w latach 1975-1990, choć jeżdżą tam również tramwaje 129Nb Twist Pesy Bydgoszcz z 2012 r.

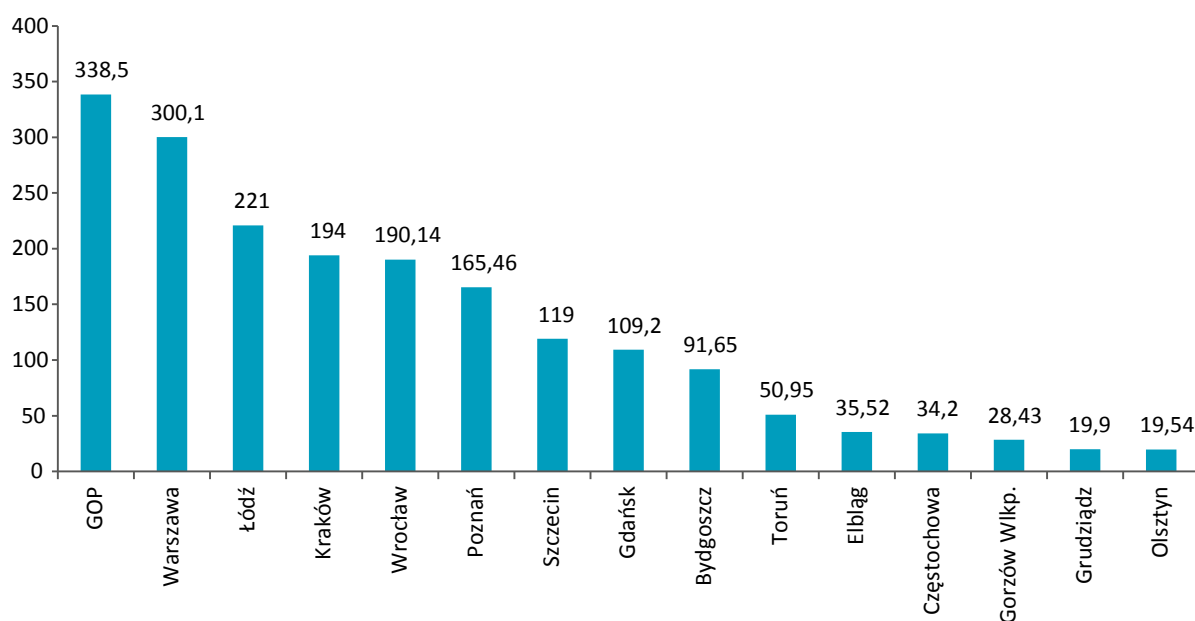
Elbląg – sieć tramwajowa wąskotorowa (1000 mm) uruchomiona w 1895 r. 5 linii obsługiwanych przez Tramwaje Elbląskie. Łącznie to 35,52 km toru pojedynczego linii tramwajowej. Sieć trakcyjna zasilana jest przez dwie podstacje, o łącznej mocy 4,8 MW. Elbląg rozpoczął budowę nowych i modernizację istniejących odcinków linii tramwajowych jeszcze przed wejściem Polski do Unii Europejskiej. W 2002 r. otwarto fragment wzdłuż ul. Pułkownika Dąbka (pomiędzy ul. Królewicką a ul. Obrońców Pokoju). W 2006 r. przekazano natomiast do użytku linię na ul. Ogólnej z pętlą na ul. Fromborskiej, a w 2010 r. uruchomiono nowy układ torowy na pl. Konstytucji i na ul. Grota-Roweckiego. Natomiast w listopadzie 2017 r. otwarto odcinek na ul. 12 Lutego i Grota-Roweckiego. Elbląg eksploatuje 29 tramwajów. Większość z nich to pojazdy 805Na produkcji chorzowskiego Konstalu. W przeszłości miasto pozyskiwało także używany tabor tramwajowy z Niemiec (z Heidelbergu, Mainzu, Augsburga i Mülheim), w 2006 r. zamówiono 6 tramwajów 121N z Pesy Bydgoszcz, a w 2017 r. – 3 z Modertransu.

Gdańsk – sieć normalnotorowa (1435 mm), 123,5 km toru pojedynczego, sieć trakcyjna zasilana przez 13 podstacji o całkowitej mocy 32,4 MW. Tramwaje w Gdańsku uruchamiane są przez Gdańskie Autobusy i Tramwaje (wcześniej MZK Gdańsk) – łącznie na 11 liniach. Komunikację tramwajową w tym mieście uruchomiono w 1873 r. (trakcja konna), a sieć zelektryfikowano w 1896 r. W 2007 r. otwarto trasę na Chełm-Witosa, która została w 2012 r. rozbudowana o odcinek do pętli Łostowice Świętokrzyska. Z kolei w 2015 r. uruchomiono dwie kolejne linie – z pętli na Siedlcach do Migowa i Brętowa ulokowanych w południowej części miasta. W Gdańsku eksploatowane są 142 tramwaje o średnim wieku 26 lat. To w większości jednostki produkcji firmy Düwag, a także Konstalu (105Na i pochodne) oraz wagony

120Na z bydgoskiej Pesy. Miasto planuje dalszą rozbudowę posiadanej sieci tramwajowej. Budowa tras jest planowana wzdłuż nowych ulic: Nowa Bulońska (2,6 km), Nowa Warszawska (1,6 km), Nowa Świętokrzyska (3,2 km) oraz Nowa Jabłoniowa. Pozyskiwane są także kolejne nowe tramwaje.

Górnoląski Okręg Przemysłowy – normalnotorowa (1435 mm) sieć tramwajowa pomiędzy 13 miastami konurbacji górnoląskiej liczy 338,5 km toru pojedynczego – to największy system tramwajowy w Polsce. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 33 podstacje o mocy całkowitej 83,3 MW. Pierwsze tramwaje na Górnym Śląsku pojawiły się w 1894 r. (trakcja spalinowa) oraz w 1895 r. (trakcja konna), a zelektryfikowane zostały w 1898 r. Komunikacja tramwajowa jest obsługiwana przez Tramwaje Śląskie z siedzibą w Chorzowie. Łącznie uruchamiane jest 28 linii, część z nich kursuje 24 h na dobę. Po upadku komunizmu tramwaje na Śląsku przez dłuższy czas nie miały dobrej passy. Zamiast rozwijać sieć, zamykano kolejne jej fragmenty (w 2006 r. zlikwidowano trasy z Bytoma do Piekarskich, z Bytoma do Łagiewnik i Rudy Śląskiej oraz z Będzina do Wojtkowic; w 2008 r. – z Chorzowa do Siemianowic Śląskich przez ul. Siemianowicką; w 2009 r. – prawie całą sieć w Gliwicach; w 2015 r. – linię nr 18 w Rudzie Śląskiej na ul. Piastowskiej i Wolności). Projekty modernizacyjne rozpoczęły się w 2011 r. przy wsparciu z funduszy unijnych. Zakładały one remont 46 km linii pojedynczej, a także modernizację 75 wagonów tramwajowych 105N oraz zakup 30 nowych pojazdów. Dalsze plany mówią o modernizacji 100 km toru i zakupie co najmniej 45 nowych tramwajów oraz budowie do 29 km nowych linii. Modernizacje skupią się na trasach w Bytomiu (ok. 25 km), Sosnowcu (ok. 15,5 km), Zabrze (ok. 12,5 km) oraz Dąbrowie Górniczej (ok. 10 km). Budowa nowych odcinków oznacza przedłużenie linii nr 15 z Zagórza w kierunku Klimontowa w Sosnowcu (3 km), połączenie na ul. Grundmanna w Katowicach oraz przedłużenie trasy z pętli Brynów do Piotrowic w Katowicach (5,2 km). Tramwaje Śląskie eksploatują

Długość torów tramwajowych w Polsce (kmtp, 2017 r.)



Źródło: Obliczenia własne

łącznie 304 pojazdy o średnim wieku 30 lat. W większości są to wagony 105Na z Konstalu, część z nich została zmodernizowana m.in. przez poznański Modertrans. W GOP-ie jeżdżą również m.in. Twisty Pesy i Moderusy Beta z Modertransu oraz tramwaje sprowadzone jako używane z Wiednia i z Frankfurtu nad Menem. W ostatnim czasie Tramwaje Śląskie podpisały dość duże umowy na zakup nowych pojazdów z Pesą i Modertransem.

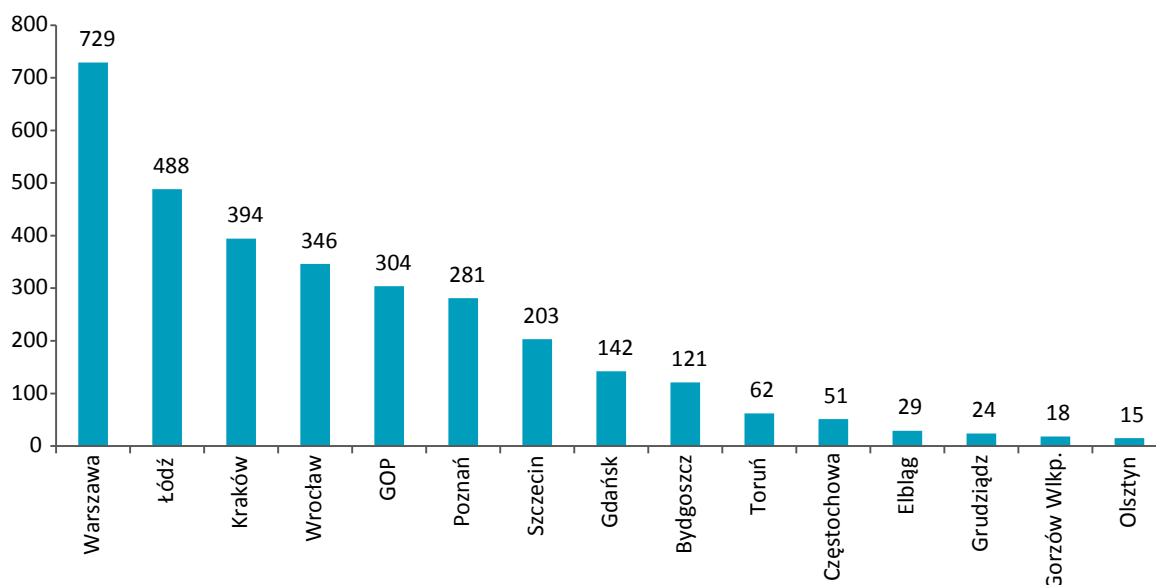
Gorzów Wielkopolski – normalnotorowa (1435 mm) sieć tramwajowa licząca 28,43 km toru pojedynczego eksploatowana jest przez MZK Gorzów Wlkp., które uruchamiają połączenia na 3 liniach. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 3 podstacje o całkowitej mocy 8,4 MW. Tramwaje w tym lubuskim mieście uruchomiono w 1899 r. Do niedawna Gorzów Wlkp. był przykładem ośrodka miejskiego, który nie inwestował w rozbudowę lub modernizacji infrastruktury i taboru tramwajowego. Jako jedyny w Polsce nie wykorzystywał również funduszy europejskich na ten cel. Przynajmniej dwukrotnie pojawiały się też pomysły likwidacji tego środka transportu w mieście (co oprostestowywali mieszkańcy). Obecne plany mówią o modernizacji 10 km torów oraz zajezdni. W Gorzowie ma powstać również zupełnie nowa dwutorowa linia o długości 3,32 m mająca połączyć rondo Ofiar Katynia z Siłwaną. Władze miasta podpisały także umowę z Pesą Bydgoszcz na zakup nowego taboru. Ten eksploatowany obecnie nie jest w najlepszym stanie. To 18 pojazdów o średnim wieku aż 51 lat. Tramwaje 105Na Konstalu wyprodukowano w latach 1976-1988, a tramwaje Düwagu sprowadzano w latach 1995-2011 z Kassel w Niemczech.

Grudziądz – to najmniejsze miasto samodzielnie eksploatujące tramwaje w Polsce. Wąskotorowa (1000 mm) sieć liczy 19,9 km toru pojedynczego, a sieć trakcyjna zasilana jest przez 2 podstacje o mocy 6 MW. Tramwaje eksploatowane są przez MZK Grudziądz, które uruchamia połączenia na jednej linii. Ten środek transportu pojawił się w tym mieście w 1869 r. (trakcja

konna) i został zelektryfikowany w 1899 r. Rozbudowa sieci miała miejsce w latach 2013-2015 (trasa Rządź – Tarpno), ale nie była ona powiązana z wymianą taboru. Z tego względu Grudziądz jest jednym z dwóch miast w Polsce bez ani jednego niskopodłogowego tramwaju (drugim jest Gorzów Wlkp.). Obecnie MZK posiada 24 tramwaje (przede wszystkim 805Na Konstalu i tramwaje wyprodukowane przez Düwag, a sprowadzone z Krefeld), których średni wiek to 29 lat. Plany na kolejne lata mówią o modernizacji ok. 6 km torów na ul. Chełmińskiej w dzielnicy Rządź, a także budowie ok. 1 km nowej linii na ul. Rapackiego i Królewskiej.

Kraków – tramwaje pojawiły się w stolicy Małopolski w 1882 r. (trakcja konna), a zostały zelektryfikowane w 1901 r. Obecna długość sieci normalnotorowej (1435 mm), na której funkcjonują 24 połączenia (plus 4 linie nocne) uruchamiane przez MPK Kraków, wynosi 194 km toru pojedynczego. W jej skład wchodzi również 1,4-km odcinek podziemny. W ostatnich latach otwarto kilka nowych linii: w 2006 i w 2007 r. na ul. Pawiej do Dworca Towarowego, a potem wspomniany już fragment w podziemnym tunelu, w 2010 r. trasę przez most Kotlarski do Małego Płaszowa, w 2011 r. przez Grota-Roweckiego do Ruczaju i pętli przy Czerwonych Maków, a w 2015 r. linię przez estakadę Lipska-Wielicka. Kraków ma ambitne plany budowy kolejnych odcinków. Łącznie władze miasta chcą zmodernizować 8 km tras oraz wybudować 7,7 km nowych linii (z Krowodrzy Górki do Górki Narodowej – 4,6 km, od Krowodrzy Górki do Azorów – 1,8 km – oraz wzdłuż Trasy Łagiewnickiej). W dalszych planach pozostaje budowa 4,5-km odcinka łączącego Czyżyny z Mistrzejowicami. Do 2020 r. Kraków chce także pozyskać 100 nowych tramwajów. Obecnie MPK eksploatuje 394 pojazdy, których średni wiek to 34,1 lat. To obecnie w większości tramwaje sprowadzane z Wiednia, Düsseldorfu i Norymbergi, a także stosunkowo nowe jednostki wyprodukowane przez Bombardier (NGT6 i NGT8) oraz Pesę (2014N Krakowiak).

Tabor tramwajowy w Polsce (liczba pojazdów, 2017 r.)



Źródło: Obliczenia własne

Łódź – MPK Łódź uruchamia 22 połączenia tramwajowe (w tym jedno całonocowe) na wąskotorowej (1000 mm) sieci liczącej 221 km toru pojedynczego, a trakcja elektryczna zasilana jest przez 36 podstacji o łącznej mocy 75,6 MW. Sieć tramwajowa w Łodzi jest unikatowa – trzy trasy łączą ośrodek z sąsiadującymi miastami, a nawet wsiami, tworząc coś na kształt lekkiej kolei aglomeracyjnej (do 2012 r. były one obsługiwane przez różnych operatorów). Po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej dokonano rozbudowy tamtejszego układu szynowego. Początkowo zmodernizowano trasę Łódzkiego Tramwaju Regionalnego wzdłuż ulic Zgierskiej, Zachodniej, Kościuszki, Piotrkowskiej i Pabianickiej (ale bez fragmentu podmiejskiego). W 2015 r. wyremontowano tzw. Trasę W-Z. Powstał także zupełnie nowy odcinek we wschodniej części miasta mający obsłużyć Olechów Południowy i fabrykę Della. Zbudowano również Dworzec Tramwajowy Centrum z efektowną wiatą, który łączy Trasę W-Z i Łódzki Tramwaj Regionalny (a więc osie wschód-zachód i północ-południe). W 2016 r. otwarto odcinek wzdłuż ulic Składowej, POW, Tramwajowej i Węglowej służący do obsługi nowego dworca Łódź Fabryczna. Miasto planuje budowę dwóch kolejnych odcinków: na ul. Broniewskiego (pomiędzy Rzgowską i Śmigłego-Rydza) oraz na Nowowęglowej (pomiędzy Tramwajową a Kopcińskiego). Otwartą kwestią pozostaje przyszłość linii podmiejskich i finansowanie ich utrzymania oraz ewentualnych modernizacji. W planach pozostaje także zakup 42 nowych tramwajów. Obecnie w Łodzi eksploatowane jest 488 wagonów tramwajowych. Ich średni wiek to 31,3 lat. To w większości pojazdy 805Na Konstalu, ale jeżdżą tam również tramwaje Cityrunner Bombardiera, 122Na Pesy czy pojazdy Düwagu sprowadzane z Ludwigshafen, Mannheim, Bielefeld, Hagen, Würzburga, Innsbrucku, Helsinek i Bochum.

Olsztyn – w stolicy województwa warmińsko-mazurskiego komunikacja tramwajowa funkcjonowała w latach 1907-1965 i ponownie od grudnia 2015 r. Reaktywowana sieć liczy 19,54 km toru bieżącego o szerokości 1435 mm. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 3 podstacje o łącznej mocy całkowitej 10,48 MW. 3 linie tramwajowe obsługiwane są przez MPK Olsztyn przy wykorzystaniu dostarczonych przez Solaris 15 tramwajów dwukierunkowych Tramino. To najmłodszy tramwajowy park taborowy w Polsce – średni wiek pojazdu to obecnie 3 lata. Miasto zamierza rozbudowywać sieć, a także podpisało już umowę na zakup kolejnych pojazdów, które dostarczy turecka firma Durmazlar. Plany mówią o budowie łącznie 9 km nowych połączeń. Linia tramwajowa ma biec z Pieczewa wzdłuż ulic Wilczyńskiego, Krasickiego, Synów Pułku i Piłsudskiego. Dalsze plany mówią o kolejnych liniach mających przebiegać z ul. Krasickiego wzdłuż Wilczyńskiego do Osiedla Generałów, z ul. Piłsudskiego wzdłuż Dworcowej i Kętrzyńskiego oraz z uniwersytetu na ul. Tuwima wzdłuż Warszawskiej i Dybowskiego.

Poznań – stolica Wielkopolski cieszy się komunikacją tramwajową od 1880 r. (trakcja konna), a siecią zelektryfikowaną – od 1898 r. Obecnie MPK Poznań uruchamia 20 linii dziennych oraz jedną nocną. Normalnotorowa (1435 mm) sieć tramwajowa w Poznaniu liczy 165,46 km toru bieżącego. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 24 podstacje o łącznej mocy 52 MW. MPK Poznań eksploatuje 281 pojazdów. Ich średni wiek to 19,3 lat. To w dużym stopniu tramwaje 105Na produkcji chorzowskiego Konstalu, używane pojazdy sprowadzane z Düsseldorfu,

Moderusy dostarczone przez miejscowy Modertrans, a także czeskie Tatry i Combino wyprodukowane przez Siemens oraz Tramino Solarisa. Tramwaje odgrywały bardzo ważną rolę w systemie transportowym stolicy Wielkopolski „od zawsze”, szczególnie intensywnie były rozbudowywane po zakończeniu II wojny światowej. Ostatnie lata to zakończenie budowy tzw. Poznańskiego Szybkiego Tramwaju – trasy o długości ok. 8,1 km pełniącej funkcję premetra. Kolejne odcinki linii tramwajowych mające powstać do 2020 r. to linia z centrum miasta do Naramowic (wzdłuż ulic Garbary, Szelańgowskiej i Naramowickiej), linia łącząca Osiedle Kopernika z pętlą na Ogrodach (wzdłuż ulic Arciszewskiego, Pogodnej, Szpitalnej i Grochowskiej), a potem dalej w ciągu ul. Dąbrowskiego do al. Polskiej, przedłużenie linii z Zawad do Dworca Wschód, odcinek z ronda Żegrze do ul. Falistej oraz z Dębca do osiedla Dębina. Nowa linia ma powstać także na ul. Ratajczaka. Władze Poznania planują także odnowienie eksploatowanego taboru do 2022 r. łącznie ma zostać pozyskanych 111 nowych w pełni lub częściowo niskopodłogowych pojazdów.

Szczecin – komunikacja tramwajowa w Szczecinie to 119 km toru pojedynczego. Tramwaje pojawiły się w tym mieście w 1879 r. (trakcja konna), a zostały zelektryfikowane w 1897 r. Na normalnotorowej (1435 mm) infrastrukturze funkcjonuje 12 linii oraz połączenie turystyczne; obsługiwane są one przez spółkę Tramwaje Szczecińskie. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 17 podstacji o łącznej mocy 62,36 MW. TS eksploatują 203 pojazdy – przede wszystkim tramwaje Tatry (jeżdżące wcześniej po Berlinie), Konstalu i Modertransu oraz dostarczone w ostatnich latach przez bydgoską Pesę. Średni wiek pojazdu to 21,8 lat. Ostatnie lata to przede wszystkim budowa Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju łączącego prawo- i lewobrzeżną część miasta – pierwszy odcinek tej trasy (o długości 4 km) został uruchomiony w sierpniu 2015 r. Plany budowy nowych linii zakładają stworzenie połączenia wzdłuż ul. Spacerowej i Szafra łączącego Las Arkoński z ul. Wojska Polskiego. Druga trasa ma biec od pętli Gumieńce do Mierzyna i CH Ster (wzdłuż ul. Ku Słońcu). Kolejna inwestycja to rozbudowa Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju oraz utworzenie połączeń Mierzyna z Krzekowem oraz ul. Taczaka z ul. 26 Kwietnia.

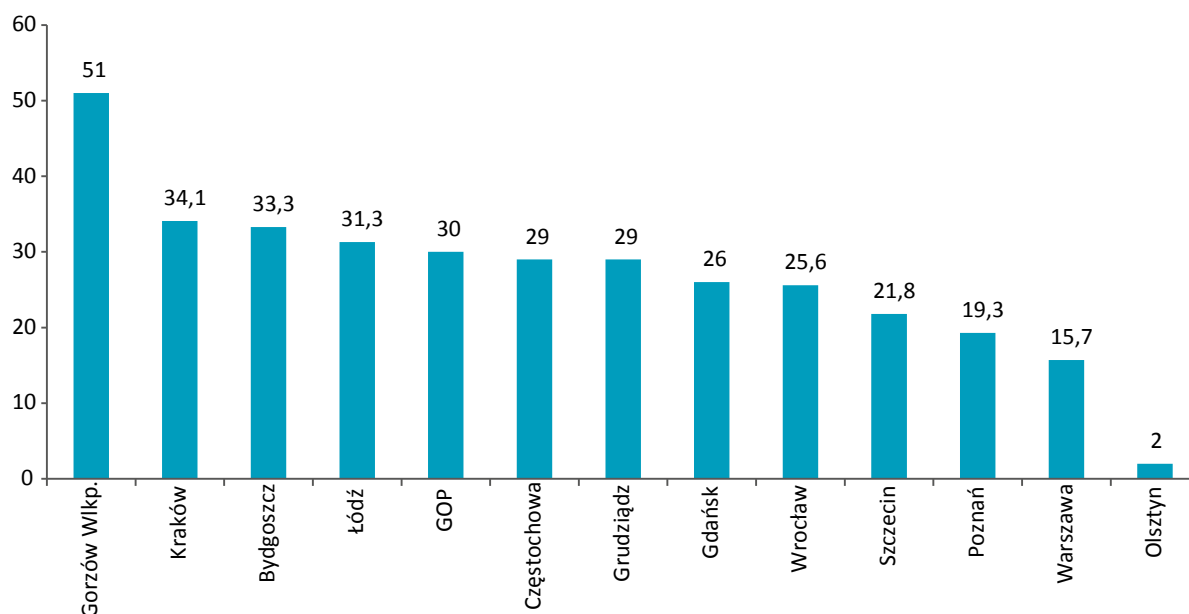
Toruń – tramwaje pojawiły się tam w 1891 r. (trakcja konna), a zelektryfikowano je w 1899 r. Wąskotorowa (1000 mm) sieć tramwajowa liczy sobie w jednej ze stolic województwa kujawsko-pomorskiego 50,95 km toru pojedynczego. MZK Toruń uruchamia na niej połączenia w ramach 5 linii dziennych i 2 nocnych. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 3 podstacje o łącznej mocy 10,8 MW. W Toruniu eksploatowane są 62 wagony. Do niedawna linie tramwajowe w tym mieście głównie zamykano – w latach 90. zlikwidowano ten rodzaj komunikacji w północnej części miasta. Obecnie sieć składa się z dwóch równoległych odcinków łączących wschód z zachodem oraz krótszych, łączących je fragmentów. Środki z funduszy europejskich pozwoliły na budowę nowych linii. W 2014 r. otwarto dwie – do uniwersytetu wzdłuż ulic Sienkiewicza, Gagarina i Szosa Okrężna (w zachodniej części miasta) oraz krótkiego odcinka w al. Solidarności (wraz z węzłem przesiadkowym integrującym komunikację tramwajową z autobusową w centrum). Zakupiono również nowe niskopodłogowe tramwaje Swing wyprodukowane przez bydgoską Pesę. Toruń ma ambitne plany

rozwojowe: jeśli chodzi o infrastrukturę tramwajową, zakładają one modernizację 9 km istniejącej sieci oraz budowę od 7,5 do 9 km nowych torów. Powstać mają trzy nowe odcinki: od pl. NOT-u wzdłuż Szosy Chełmińskiej oraz ulic Długiej, Legionów, Polnej, Ugory i Watzenrodego z pętlą na ul. Hubego, od Elany do pl. Sybiraków przez Wierzbową i Działdowskiego lub od Elany do pętli Olimpijska wzdłuż ul. Skłodowskiej-Curie i Olimpijską oraz krótkie połączenie na al. Jana Pawła II. Miasto kupi także od 10 do 25 nowych tramwajów.

Warszawa - łączna długość normalnotorowych (1435 mm) linii tramwajowych w stolicy to 300,1 km toru pojedynczego przy gęstości 0,27 km tras na km². Sieć trakcyjna Tramwajów Warszawskich zasilana jest przez 44 podstacje o mocy całkowitej 134,4 MW. Tabor to starsze wagony tramwajowe łączące w składach oraz jednoprzestrzenne, 3-, 4-, 5- i 6-członowe pojazdy nowej generacji dostarczone w zdecydowanej większości przez polskiego producenta – Pesę Bydgoszcz. Łącznie to 729 wagonów przy założeniu, że każdy skład przegubowy porównywalny jest z dwoma wagonami wysokopodłogowymi. 58 proc. taboru tramwajowego jeżdżącego w Warszawie to pojazdy wysokopodłogowe (105N i pochodne oraz 123N), 38 proc. – niskopodłogowe (Pesa 120N/Na/Duo, Pesa 128N Jazz Duo, Pesa 134N Jazz), a pozostałe 4 proc. – częściowo niskopodłogowe (116N i pochodne oraz 112N). Średni wiek tramwaju w Warszawie to 15,73 lat. Najstarsze eksploatowane pojazdy zostały wyprodukowane w 1976 r., najnowsze – w 2015 r. W latach 2007-2017 wybudowano w Warszawie nowe trasy tramwajowe: na moście Marii Skłodowskiej-Curie oraz wzdłuż ul. Światowida do pętli Tarchomin Kościelny, a także na ul. Powstańców Śląskich na odcinku od ul. Radiowej do ul. Górczewskiej. Łączna długość nowych tras tramwajowych zbudowanych w tym okresie to 16,2 km. W lutym 2017 r. dokonano otwarcia nowego odcinka trasy tramwajowej na Tarchomin – od Mehoffera do Nowodworów (fragment o długości 1,5

km). Kolejny etap inwestycji obejmuje budowę linii od Nowodworów do Winnicy wraz z budową nowego skrzyżowania ul. Światowida z ul. Modlińską (odcinek o długości 0,8 km). Zakończenie inwestycji planowane jest na koniec 2019 r. Komunikacja tramwajowa w Warszawie to także cały szereg innych infrastrukturalnych projektów rozwojowych. Pierwszym z nich jest budowa linii na Białołękę – będzie ona mieć swój początek przy skrzyżowaniu ul. Rembielińskiej z Matki Teresy z Kalkuty, dalej prowadzić będzie wzdłuż św. Wincenego i Głębockiej, a potem korytarzem zarezerwowanym na Trasę Olszyny Grochowskiej. Powstanie 9 par przystanków wraz z pętlą, a długość planowanej trasy to ok. 6 km. Budowa ma zostać zakończona w 2022 r. Do obsługi trasy będzie potrzebne 25 tramwajów niskopodłogowych – tabor ten jest uwzględniony w ramach tzw. opcji w ogłoszonym niedawno przetargu na zakup 213 tramwajów. Drugi projekt to budowa linii na Saską Kępę i Gocław – inwestycja ta ma połączyć te dwie dzielnice ze Śródmieściem. Linia przebiegać będzie trasą: Pętla Gocław – ul. gen. Bora-Komorowskiego – rezerwa pod al. Tysiąclecia (przy os. Saska) – przejście trasą tramwajową w poziomie terenu nad Trasą Łazienkowską – równolegle wzdłuż Kanału Wystawowego do al. Waszyngtona. Budowa ma zostać zakończona w 2021 r. Trzecie przedsięwzięcie to trasa tramwajowa Wola – Wilanów. Inwestycja ta będzie największym powojennym tramwajowym przedsięwzięciem infrastrukturalnym. Sześć odcinków ma łącznie mierzyć prawie 20 km. Połączą one Wolę, Ochotę, Mokotów i Wilanów. Linia zostanie przeprowadzona tunelem pod Dworcem Zachodnim, dzięki czemu w tym miejscu powstanie multimodalny węzeł przesiadkowy. Dodatkowo trasa będzie przebiegać w okolicy stacji metra Pole Mokotowskie. Oznacza to ściśle powiązanie inwestycji tramwajowej z innymi rodzajami transportu szynowego, co z pewnością będzie miało wpływ na dalszy wzrost jego popularności w stolicy. Budowa trasy zostanie zrealizowana w latach 2019-2021.

Średni wiek taboru tramwajowego w poszczególnych ośrodkach miejskich (2017 r.)



Źródło: Obliczenia własne

Wrocław – tramwaje w dzisiejszej stolicy województwa dolnośląskiego zostały uruchomione w 1877 r. (trakcja konna) i zelektryfikowane w 1893 r. (najstarszy system tramwajów elektrycznych na obszarze dzisiejszej Polski). Na normalnotorowej sieci tramwajowej (1435 mm) o długości 266 km MPK Wrocław uruchamia obecnie 22 linie, wykorzystując 346 pojazdów o średnim wieku 25,6 lat. Sieć trakcyjna zasilana jest przez 20 podstacji o łącznej mocy 26,4 MW. Podobnie jak w większości polskich miast, w ostatnich latach sieć tramwajowa we Wrocławiu została rozbudowana – w 2011 r. otwarto trasę na Gaj, a w 2012 r. – na ul. Pilczyckiej, do stadionu. Miasto eksploatuje obecnie przede wszystkim tramwaje produkcji Konstalu i Protram, a także pojazdy dostarczone przez Škodę i Peśę oraz Modertrans. Do 2022 r. we Wrocławiu ma powstać 15 km nowych linii tramwajowych. Pierwszy odcinek ma biec wzdłuż ulic Popowickiej, Starogrobowej i Długiej. Drugi połączy Dworzec Świebodzki i pl. Orłąt Lwowskich z Nowym Dworem. Krótsza trasa ma pójść wzdłuż ul. Hubskiej pomiędzy Glinianą i Dyrekcyjną. Kolejne inwestycje zakładają przedłużenie planowanej linii do Nowego Dworu wzdłuż ul. Rogowskiej, budowę połączenia Sępolna ze Swojczykami oraz linii łączącej Park Południowy z Ołtaszynem.

Wśród miast, które posiadają mniej lub bardziej skonkretyzowane plany budowy komunikacji tramwajowej, wymienić należy Jaworzno (11-13,5 km linii) czy Rzeszów (ok. 14 km, plany budowy kolejki jednoszynowej – monorail). Wcześniejsze, zarzucone już, zamiary i wstępne plany dotyczyły Radomia (nawet do 25 km linii), Kielc i Płocka (10,2 km).

3.3.2. Kolej aglomeracyjna

Od wielu lat kolej aglomeracyjna wskazywana jest jako potencjalne rozwiązanie problemów transportowych dużych ośrodków miejskich. Biorąc pod uwagę efektywność i ekologiczność tego środka transportu, zwiększanie jego wykorzystania powinno być jednym z priorytetów nowoczesnej miejskiej polityki transportowej. Zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju zwiększanie popularności kolei aglomeracyjnej może być lekarstwem na takie zjawiska jak nadmierne rozlewanie się miast (urban sprawl) czy kongestia na drogach. Inne najczęściej wymieniane problemy aglomeracji to nadmierny rozwój motoryzacji indywidualnej, niska konkurencyjność transportu publicznego, zbyt niska przepustowość miejskich układów drogowych oraz niedostosowanie ich do poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego i przestrzennego miasta, zły stan techniczny dróg miejskich i obiektów inżynierskich czy brak sprawnych systemów sterowania i zarządzania ruchem drogowym¹⁵.

Zazwyczaj kolej aglomeracyjna lub podmiejska definiowana jest jako obejmująca swoim zasięgiem podróż na odległość ok. 15 km zajmującą maksymalnie 30 minut¹⁶. Urząd Transportu Kolejowego, bazując na zaleceniach Komisji Europejskiej, przytacza definicję przewozów aglomeracyjnych i podmiejskich, wskazując na obszar, którego potrzeby komunikacyjne one zaspokajają. Chodzi o „duży ośrodek miejski/konurbację/obszar metropolitalny, jak również potrzeby transportowe pomiędzy takim ośrodkiem i sąsiednimi obszarami. Częstotliwość pociągów aglomeracyjnych jest wysoka (zazwyczaj co najmniej 4 pociągi na godzinę), odległość pomiędzy przystankami jest relatywnie niewielka, a siatka połączeń jest silnie powiązana z siatką połączeń innych środków transportu zbiorowego. Pociągi są przystosowane do przewozu dużej liczby pasażerów i umożliwiają sprawną ich wymianę”¹⁷.

W Polsce kolej aglomeracyjna rozwijała się w samoistny sposób. Wraz z „rozlewaniem się” ośrodków miejskich na popularności zyskiwały kolejowe połączenia regionalne. Poza tym od dawna funkcjonowali przewoźnicy stricte aglomeracyjni – SKM Trójmiasto oraz Warszawska Kolej Dojazdowa. Wraz z przesuwaniem się odpowiedzialności za tworzenie polityki transportowej w miastach i regionach na samorządowe władze wojewódzkie i miejskie w kolejnych lokalizacjach pojawiały się pomysły na stworzenie przewoźników wyspecjalizowanych w dostarczaniu usługi przeznaczonej dla mieszkańców aglomeracji pragnących w szybki i wygodny sposób dojeżdżać z przedmieść i okolicznych miejscowości do centrum. Efektem tego było powstanie Kolei Mazowieckich (2004 r.), SKM w Warszawie (2004 r.), Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej (2010 r.) czy Kolei Małopolskich (2013 r.). Nieco później o kolej jako lekarstwie na problemy komunikacyjne zaczęły myśleć władze mniejszych ośrodków. Plany te zakładają m.in. wykorzystanie zasobów spółki Przewozy Regionalne.

Duże ośrodki miejskie posiadające kolej aglomeracyjną:

Aglomeracja warszawska – jest obszarem działalności trzech przewoźników świadczących usługi pasażerskiego transportu kolejowego o charakterze aglomeracyjnym. To Koleje Mazowieckie, SKM Warszawa oraz Warszawska Kolej Dojazdowa. KM to przewoźnik, który rozpoczął działalność przewozową 1 stycznia 2005 r., a w styczniu 2008 r. Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego został jedynym właścicielem tej spółki. Początkowo Koleje Mazowieckie wykorzystywały tabor wynajmowany od ówczesnych PKP Przewozów Regionalnych. Później, po przejęciu KM przez urząd marszałkowski, zdecydowały się one na wykupienie od PKP PR 184 elektrycznych zespołów trakcyjnych. Kolejne lata to pozyskiwanie nowych jednostek wyprodukowanych przez Stadler, Pesę oraz Newag, wagonów piętrowych do zestawów push-pull (wyprodukowanych przez Bombardier), lokomotyw elektrycznych (również produkcji firmy Bombardier) oraz spalinowych zespołów trakcyjnych (dostarczonych przez Pesę i Newag). Koleje Mazowieckie świadczą przewozy o charakterze przede wszystkim regionalnym, ale część z nich ma charakter aglomeracyjny. Posiadacze biletów okresowych ZTM (dobowych, 30- i 90-dniowych oraz weekendowych) mogą korzystać z pociągów KM na obszarze miasta ograniczonym konkretnymi stacjami.

Spółką utworzoną ściśle w celu prowadzenia przewozów podmiejskich jest SKM Warszawa. Operuje ona na 109,4 km linii w Warszawie i 34,3 km linii poza jej granicami. SKM eksploatuje 32 pociągi, z czego 41 proc. to składy 27WE Elf, 28 proc. – 35WE Impuls, 19 proc. – 14WE, 12 proc. – 19WE Halny. Szybka Kolej Miejska dysponuje wyłącznie elektrycznymi zespołami trakcyjnymi, wszystkie one zostały wyprodukowane przez polskich producentów. Są to pojazdy stosunkowo nowe, średni wiek pociągu SKM to 6,48 lat. Od dłuższego czasu przewoźnik pozbywa się najstarszych składów. W 2007 r. warszawska SKM operowała na jednej linii – S2 (Pruszków – Sulejówek Miłosna), natomiast w 2016 r. obsługiwała już cztery linie (S1, S2, S3, S9). Przewoźnik w tym czasie wykonał pracę przewozową na poziomie ok. 15 mln wozokilometrów (3 mln pociągokilometrów). W 2010 r. zostały uruchomione połączenia na linii legionowskiej i otwockiej. W 2012 r., wspólnie z Kolejami Mazowieckimi, uruchomiono obsługę kolejną Lotniska Chopina na warszawskim Okęciu. W porównaniu do 2006 r. liczba pasażerów SKM wzrosła blisko 7-krotnie.

Warszawska Kolej Dojazdowa jest najstarszym w Polsce przewoźnikiem aglomeracyjnym. Wykonuje przewozy pasażerskie na linii kolei normalnotorowej na odcinku Warszawa Śródmieście WKD – Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska (linia 47) z odgałęzieniem Podkowa Leśna Główna – Milanówek Grudów (linia 48). Właścicielami spółki są samorządy: województwa mazowieckiego (95,24 proc.) oraz lokalne, na terenie których znajduje się infrastruktura WKD. Przewoźnik

15. A. Koźlak, Kolej aglomeracyjna jako podstawa systemu komunikacyjnego obszarów metropolitalnych w Polsce, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach 2015, s. 173.

16. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/34/UE z dnia 21 listopada 2012 r. w sprawie utworzenia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego.

17. Cyt. za: E. Raczyńska-Buława, Systemy kolei aglomeracyjnych w Polsce, [w:] „Technika transportu szynowego” 7-8/2015, s. 37.

ten eksploatuje wyłącznie elektryczne zespoły trakcyjne dostarczone przez polskich producentów. Niedawno zakończył on proces wymiany swoich najstarszych jednostek – EN94 (wprowadzonych do eksploatacji od 1972 r.) – na nowoczesne pojazdy. W 2004 r. zakupił on EN95 od Pesy, w 2010 r. – składy EN97 również dostarczone przez bydgoskiego producenta, a w 2014 r. – EN100-39WE produkcji Newagu.

Aglomeracja trójmiejska – poza samym Trójmiastem obejmującym Gdańsk, Gdynię i Sopot aglomeracja to również Trójmiejski Obszar Metropolitalny i powiaty: gdański, kartuski, nowodworski, pucki, wejherowski, a także miasta Tczew i Lębork oraz gmina Nowa Wieś Lęborska. Przewozy zapewnia w tej aglomeracji PKP SKM w Trójmieście – spółka powstała w 2001 r., choć sama SKM działała już znacznie wcześniej. Od 1 września 2015 r. przewoźnik ten obsługuje także Pomorską Kolej Metropolitalną (PKM). Eksploatuje on przede wszystkim elektryczne zespoły trakcyjne, w większości zmodernizowane EN57, ale również 2 nowoczesne jednostki 31WE z rodziny Impuls. Na potrzeby obsługi PKM wykorzystuje także 13 spalinowych zespołów trakcyjnych będących własnością Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego. Pomorska Kolej Metropolitalna to przede wszystkim wybudowane w latach 2013-2015 linie kolejowe nr 248 Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa oraz 253 Gdańsk Osowa – Gdańsk Rębiechowo. To 55 km linii i 18 przystanków. PKM łączy centra Gdańska i Gdyni z portem lotniczym oraz zachodnie dzielnice tych miast z ich śródmieściami. Zapewnia również możliwość realizacji bezpośrednich połączeń kolejowych między Gdańskiem a Kościerzyną i Kartuzami.

Aglomeracja łódzka – poza samą Łodzią obszar ten obejmuje również powiaty: zgierski (Aleksandrów, Głowno, Ozorków, Stryków, Zgierz), brzeziński (Brzeziny) oraz pabianicki i łódzkich wschodni (Koluszki, Konstantynów Łódzki, Pabianice, Rzgów, Tuszyń). Projekt tworzenia systemu kolei aglomeracyjnej dla Łodzi i sąsiednich ośrodków miejskich zakładał remonty linii kolejowych i przystanków (na liniach nr 15, 16, 25 i 540), utworzenie samorządowego przewoźnika kolejowego oraz zakup nowoczesnego taboru. Operator Łódzka Kolej Aglomeracyjna (ŁKA) rozpoczął swoją działalność w połowie 2014 r. Eksploatuje 20 dwuczłonowych elektrycznych zespołów trakcyjnych Flirt dostarczonych przez Stadler. Pojazdy te są własnością Urzędu Marszałkowskiego Województwa Łódzkiego. ŁKA obsługuje połączenia do Kutna, Łowicza, Sieradza, Zgierza, Koluszek i w granicach samej Łodzi. Ta sieć będzie rozbudowywana, a sam przewoźnik już wkrótce otrzyma 14 trójczłonowych jednostek Impuls 2 wyprodukowanych przez nowosądecki Newag.

Aglomeracja krakowska – rozwój transportu kolejowego w aglomeracji i utworzenie Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej zaształ się na trzech głównych relacjach: Trzebinia – Kraków – Tarnów, Sędziszów – Kraków – Podbory Skawińskie i Port Lotniczy Babice – Kraków – Wieliczka Rynek-Kopalnia. Zakładał on modernizację linii E30, remont linii do Wieliczki oraz modernizację linii do lotniska w Balicach. W grudniu 2014 r. swą działalność rozpoczęły Koleje Małopolskie – przewoźnik utworzony przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego. Eksploatuje on wyłącznie elektryczne zespoły trakcyjne. Sukcesywnie uruchamiał on kolejne regionalne połączenia kolejowe o dużym znaczeniu również w ruchu aglomeracyjnym: Kraków

Główny – Wieliczka Rynek-Kopalnia (od grudnia 2014 r.), Kraków Główny – Kraków Lotnisko (od września 2015 r.), Kraków Główny – Miechów – Sędziszów (od grudnia 2015 r. do grudnia 2016 r. oraz ponownie od grudnia 2017 r.), Kraków Główny – Tarnów – Nowy Sącz – Krynica-Zdrój (od grudnia 2016 r.), Kraków Główny – Tarnów – Gorlice Zagórzany – Jasło (od października 2017 r.) oraz Kraków Główny – Kraków Podgórze – Skawina (od grudnia 2017 r.). Od stycznia 2015 r. Koleje Małopolskie wprowadziły również przewóz podróżnych autobusami do stacji Wieliczka Rynek-Kopalnia z Raciborska i Byszyc, a od kwietnia 2016 r. z Dobranowic. Część taryfy biletowej przewoźnika jest wspólna z komunikacją miejską w Krakowie – np. Bilet Wspólny 70-minutowy lub bilet zintegrowany.

Aglomeracja bydgosko-toruńska – trudno mówić o funkcjonowaniu na jej terenie systemu kolei aglomeracyjnej z prawdziwego zdarzenia, jednak istnieje projekt integracji dwóch dużych ośrodków miejskich przy pomocy transportu publicznego, w tym także kolejowego. Przedsięwzięcie samorządowe pod nazwą BiT City było realizowane przez Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Sejmik Województwa Kujawsko-Pomorskiego oraz urzędy miast Bydgoszczy i Torunia. Poza zakupem 5 elektrycznych zespołów trakcyjnych projekt zakładał modernizację i budowę torowisk tramwajowych w Bydgoszczy i Toruniu, budowę węzłów komunikacyjnych Bydgoszcz Wschód i Toruń Miasto, zakup tramwajów niskopodłogowych oraz wprowadzenie systemu informacji wizualnej dla podróżnych. W 2007 r. powstało studium wykonalności, a zakończenie projektu miało miejsce w 2015 r. Od 2008 r. na trasie BiT City (Bydgoszcz – Solec Kujawski – Toruń) obowiązuje bilet aglomeracyjny umożliwiający podróżowanie pociągiem Przewozów Regionalnych oraz komunikacją miejską obu stolic województwa kujawsko-pomorskiego.

Konurbacja górnośląska – na tym terenie utworzone w 2010 r. przez samorząd województwa Koleje Śląskie od 2012 r. obsługują niemal wszystkie regionalne połączenia kolejowe. Większość z nich służy również pasażerom dokonującym przejazdów o charakterze aglomeracyjnym. Przewoźnik obsługuje 13 linii, w tym 2 kończące się w województwie małopolskim i 2 w czeskim kraju morawsko-śląskim. Koleje Śląskie są również odpowiedzialne za przewozy w ramach Szybkiej Kolei Regionalnej. To system kolei aglomeracyjnej działający od grudnia 2008 r. łączący Tychy z Sosnowcem przez Katowice. W ramach SKR na 30,4-kilometrowej trasie (ciąg linii nr 179, 139 i 1) pociągi kursują w takcie godzinny, zatrzymując się na 13 przystankach. Obok zwykłej taryfy Kolei Śląskich w pociągach SKR obowiązuje Taryfa Pomarańczowa. Wszystkie jej bilety są ważne w pociągach na odcinku Tychy Lodowisko – Katowice Szopienice Południowe oraz w tyskich autobusach i trolejbusach, jednak wyłącznie w granicach administracyjnych miasta. W przyszłości trasa SKR ma zostać wydłużona do Dąbrowy Górniczej Ząbkowic. Dalsze plany mówią również o budowie 4 nowych przystanków na trasie SKR.

Aglomeracja poznańska – od czerwca 2018 r. działa na jej terenie Poznańska Kolej Metropolitalna. Obejmuje ona póki co cztery linie, ale jest to początek realizacji projektu o dużo szerszej skali. W jego ramach system kolei regionalnej oraz aglomeracyjnej ma objąć miasto Poznań oraz 24 samorządy gminne.

Zakłada on integrację transportu publicznego, budowę węzłów przesiadkowych oraz utworzenie połączeń szybkiej kolei miejskiej na obwodnicy towarowej Poznania. Przewoźnikiem uruchamiającym połączenia jest samorządowy operator Koleje Wielkopolskie. W ramach Poznańskiej Kolei Metropolitalnej jeżdżą one w relacjach Poznań Główny – Nowy Tomyśl, Grodzisk Wlkp. – Poznań Główny – Wągrowiec oraz Poznań Główny – Jarocin. W 2021 r. dołączyć mają do nich również linie Kościan – Poznań Główny – Gniezno, Nowy Tomyśl – Poznań Główny – Września, Grodzisk Wlkp. – Poznań Główny – Wągrowiec, Wronki – Poznań Główny – Jarocin oraz Rogoźno – Poznań Główny – Swarzędz. Zgodnie z planami docelowo kursy w godzinach szczytu mają odbywać się co 30 minut, a w samym Poznaniu pociągi Poznańskiej Kolei Metropolitalnej mają zatrzymywać się na 13 stacjach i przystankach.

Nad stworzeniem systemu kolei aglomeracyjnej prace prowadzi kilka innych większych ośrodków miejskich, a kolejne mają to w swoich planach. Pierwszym z nich jest Wrocław, dla którego budowa takiego systemu byłaby kontynuacją przedwojennej tradycji. Pierwsze prace nad tym projektem rozpoczęły się jeszcze w 2005 r. Przygotowania do uruchomienia Wrocławskiej Kolei Aglomeracyjnej zaczęły się natomiast w 2009 r. Od tego czasu przedstawiono wiele koncepcji i pomysłów na stworzenie całego systemu. Oddana została też do użytku wyremontowana linia do Trzebnicy, jak również część linii do Jelcza Miłoszyc w granicach miasta, budowane są także parkingi P+R w okolicach stacji kolejowych. Kolej aglomeracyjna we Wrocławiu ma zostać otwarta oficjalnie w 2020 r., choć – w ramach samorządowych Kolei Dolnośląskich – w pewnym stopniu już ona funkcjonuje (np. na linii legnickiej).

O wiele bardziej zaawansowanym projektem jest **Szczecińska Kolej Metropolitalna**. Ma ona zostać uruchomiona ok. 2022 r. i wykorzystywać 118 km istniejących linii kolejowych. Zgodnie z planami Szczecińska Kolej Metropolitalna ma połączyć dzielnicę Prawobrzeże z centrum miasta oraz z Goleniowem, Gryfinem, Policami i Stargardem. Na terenie Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego mają funkcjonować 4 linie kolei aglomeracyjnej wykorzystujące 40 stacji. W marcu 2018 r. projekt otrzymał dofinansowanie z UE w wysokości 85 proc. jego wartości, a w kwietniu PKP PLK rozstrzygnęły przetarg na modernizację linii kolejowej nr 406 oraz fragmentów linii nr 273, 351 i 401. Prace te zostaną wykonane w ciągu 25 miesięcy od daty podpisania umowy z wykonawcą. Rozpoczną się w 2019 r.

Skonkretyzowane są także plany władz województwa podkarpackiego dotyczące utworzenia **Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej dla Rzeszowa**. Ma ona powstać do 2021 r. Projekt zakłada wykorzystanie już istniejących linii kolejowych oraz budowę nowego połączenia do Portu Lotniczego Rzeszów-Jasionka (ok. 5 km długości). Dodatkowo rozbudowane i zmodernizowane zostaną linie 71, 91 i 106, na których powstaną nowe mijanki – Zaczerwie i Widelka (linia 71), Trzciana (linia 91) oraz Lutoryż i Glinik (linia 106). Powstanie też 12 nowych przystanków kolejowych, a 19 istniejących zostanie zmodernizowanych. Wyremontowane zostaną budynki dworcowe oraz wybudowane będą parkingi „Parkuj i Jedź”. Poza linią do lotniska system kolei aglomeracyjnej miałby połączyć stolicę województwa podkarpackiego z Dębicą, Przeworskiem, Kolbuszową

i Strzyżowem. Pociągi miałyby kursować w godzinach szczytu co 30 minut, poza nim – co 60, a w dni wolne od pracy – co dwie godziny. Projekt zakłada także zakup taboru i stworzenie zaplecza technicznego w Rzeszowie-Staroniowie oraz przebudowę dróg dojazdowych, a także budowę chodników i stojaków na rowery. Te ostatnie przedsięwzięcia mają zostać zrealizowane przez gminy położone na terenie funkcjonowania Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej. Wartość całego projektu jest szacowana na ponad 580 mln zł. Województwo podkarpackie uzyskało już dofinansowanie z UE w ramach POIiŚ w wysokości 117 mln zł – dotyczy ono zakupu taboru i budowy zaplecza technicznego.

Już w 2010 r. pojawił się pomysł stworzenia **Lubelskiej Kolei Aglomeracyjnej**. Zakłada ona utworzenie połączeń kolejowych z Puław przez Lublin do Świdnika i z Lubartowa przez Lublin do Kraśnika. W tych relacjach pociągi miałyby jeździć do pół godziny. Na tych trasach przystanki zostałyby zmodernizowane za szacunkową kwotę 90 mln zł. Plany sprzed kilku lat mówiły również o budowie nowych przystanków (m.in. Lublin Makro i Lublin Carrefour na trasie Lublin – Świdnik). Koszt realizacji całości planów to ok. 500 mln zł. Ze względu na brak możliwości pozyskania dofinansowania unijnego pomysł został zarzucony przez władze województwa kilka lat temu. Temat powraca jednak przed wyborami samorządowymi.

Wstępnie o kolei aglomeracyjnej myśli również **Olsztyn**. W tym przypadku chodzi przede wszystkim o rewitalizację linii kolejowej nr 220 z Olsztyna do Gutkowa. To odcinek o długości ok. 8 km mający duże znaczenie dla dostępu stolicy województwa warmińsko-mazurskiego do kolei. Prace zakładają zbudowanie czterech przystanków osobowych: Olsztyn Śródmieście, Olsztyn Szkoła, Olsztyn Redykajny oraz Olsztyn Likusy. Odbudowana ma być także mijanka Likusy w okolicach osiedla o tej samej nazwie. Przebudowany zostanie też jeden z dwóch peronów na stacji Gutkowo. Prace te, przeprowadzone przez PKP PLK, mają przede wszystkim poprawić dostępność transportu kolejowego dla Olsztyna i upłynnić ruch na trasie do Braniewa. Mogłyby być jednak także pierwszym krokiem do stworzenia w przyszłości kolei aglomeracyjnej. Do takich planów pozytywnie ustosunkowują się władze Olsztyna, ale problemem pozostaje znalezienie źródeł finansowania takiego przedsięwzięcia.

3.3.3. Metro

Metro w Warszawie operuje na dwóch liniach o łącznej długości 29,2 km. Łącznie eksploatuje 75 pociągów wyprodukowanych przez Alstom (18 składów), Wagonmash (22 składy) oraz firmę Siemens (35 składów).

Metro w Warszawie to 28 stacji pasażerskich oraz stacja techniczno-postojowa na Kabatach. Kolejne 6 stacji jest w budowie. I linia kolei podziemnej została w całości uruchomiona w 2008 r. Średnio miesięcznie korzysta z niej 11 601 039 pasażerów, a z II linii – 2 392 951 pasażerów (tyle jest miesięcznie osób wchodzących na stacje). Dziennie I linią jeździ ok. 550 tys., a II – ok. 140 tys. osób. Najpopularniejszą stacją na I linii jest stacja A13 Centrum (13,53 proc. wszystkich wejść na stacje I linii liczonych miesięcznie), drugą w kolejności jest stacja A11 Politechnika (6,77 proc.), a potem A23 Młociny (6,72

proc.), A15 Ratusz Arsenal (5,68 proc.) i A7 Wilanowska (5,28 proc.). Na II linii najczęściej używana przez warszawiaków jest stacja C15 Dworzec Wileński (4,26 proc. wejść na tej linii), a druga w kolejności to C09 Rondo Daszyńskiego (3,45 proc. wejść liczonych miesięcznie).

W latach 2007-2016 sieć linii metra w Warszawie wydłużyła się o 10 km. W 2008 r. do użytku został oddany bielański odcinek I linii metra o długości 3,9 km składający się z czterech stacji (Śladowiec, Stare Bielany, Wawrzyszew i Młociny). W ramach inwestycji powstał również duży węzeł przesiadkowy przy ostatniej stacji. W 2010 r. rozpoczęła się natomiast budowa centralnego odcinka II linii metra o długości 6,1 km (z ronda Daszyńskiego do Dworca Wileńskiego). Pierwsi pasażerowie pojechali nim 8 marca 2015 r. Na rozbudowę metra Warszawa wydała prawie 6,7 mld zł. Wartość dofinansowania unijnego w przypadku samego tylko odcinka centralnego wyniosła ponad 3,1 mld zł.

W maju 2016 r. rozpoczęła się rozbudowa II linii metra na Pradze i Targówku. Odcinek północno-wschodni będzie miał 3,12 km i obejmie trzy stacje:

- C16 Szwedzka – stacja znajdzie się pod ul. Strzelecką, po wschodniej stronie ul. Stalowej, pomiędzy budynkiem pod adresem Strzelecka 46 a zajezdnią autobusową MZA „Stalowa”. Długość stacji wyniesie 135 metrów,
- C17 Targówek – stacja zostanie wybudowana pod skrzyżowaniem ul. Pratulińskiej z ul. M. Ossowskiego. Po północnej stronie ul. M. Ossowskiego, pod terenem zielonym, znajdować się będzie łączący się ze stacją jednokondygnacyjny, podziemny obiekt komory rozjazdów. Całość będzie miała niemal 300 metrów długości,
- C18 Trocka – stacja będzie mierzyć 450 metrów długości. Zlokalizowana zostanie wzdłuż ul. Pratulińskiej – pod skrzyżowaniem ulic Pratulińskiej i Trockiej, a także wzdłuż planowanej ulicy na przedłużeniu tej pierwszej.

Północny odcinek II linii metra będzie najszybszym i najwygodniejszym połączeniem Targówka z centrum miasta, a po przesiadce na stacji Świętokrzyska – z południową i północną częścią lewobrzeżnej Warszawy. Dojazd ze stacji Trocka na ul. Świętokrzyską będzie trwał około 14 minut. Koszt budowy tej części to 1,067 mld zł, a wykonawcą jest firma Astaldi S.p.A. Początek kursowania to 2019 r.

W listopadzie 2016 r. rozpoczęła się także rozbudowa II linii metra na Woli. Odcinek zachodni będzie miał 3,4 km długości i również trzy stacje:

- C08 Płocka – stacja umiejscowiona zostanie pod ul. Płocką, w rejonie skrzyżowania z ul. Wolską,
- C07 Młynów – planowana jest pod ul. Górczewską, po wschodniej stronie wiaduktu kolejowego w rejonie ul. Sołowskiej i Syreny,
- C06 Księcia Janusza – stacja znajdować się będzie pod ul. Górczewską w rejonie skrzyżowania z ul. Księcia Janusza.

Dojazd ze stacji Księcia Janusza na ul. Świętokrzyską będzie trwał ok. 12 minut. Koszt budowy tego odcinka na Woli to 1,148 mld zł, a wykonawcą jest firma Gülermak. Zakończenie budowy jest planowane na 2019 r.

Jeśli zaś chodzi o kolejne odcinki II linii metra – ich budowa jeszcze się nie zaczęła, ale wybrano wykonawców lub przynajmniej rozpisano przetargi na:

- odcinek tzw. 2+3 obejmujący na zachodnim brzegu stacje Wola Park i Powstańców Śląskich, a na wschodnim stacje Zacisze, Kondratowicza i Bródno. To dwa oddzielne przetargi (w przypadku pierwszego został on dopiero rozpisany, a w przypadku drugiego – wykonawca jest już wybrany: to konsorcjum firm Astaldi i Gülermak). Długość tunelu 2+3 to razem ok. 6 km. Koszt – łącznie ok. 2,5 mld zł. Czas realizacji – 36 miesięcy od podpisania umowy.
- odcinek 3 + STP Mory. W jego ramach powstaną trzy stacje: Lazurów, Chrzanów i Połczyńska. Długość to ok. 4 km. Koszt całkowity (razem ze stacją techniczno-postojową) – jest szacowany na ok. 2 mld zł. Czas realizacji – 50 miesięcy od podpisania umowy. W przetargu tym wybrano już wykonawcę. Będzie nim konsorcjum firm Astaldi i Gülermak.

Trwa procedura pozyskania przez Metro Warszawskie 37 nowych pociągów z opcją zwiększenia zamówienia o kolejne 8 składów. Chodzi o jednoprzestrzenne, sześciowagonowe elektryczne zespoły trakcyjne (w zamówieniu podstawowym 222 wagony, w tym 74 z kabiną maszynisty). W ramach opcji możliwy będzie zakup kolejnych 48 wagonów, w tym 16 z kabiną maszynisty. W październiku 2017 r. otwarto oferty w przetargu, na wzięcie w nim udziału zdecydowało się pięciu producentów taboru szynowego.

Tabor warszawskiego metra

	łącznie wagonów	wagon pojedynczy
	450	240
Seria „81” Wagonmasz	132	132
Alstom Metropolis	108	108
Siemens Inspiro	210	

Źródło danych: ZTM

3.4. Zmiany w politykach transportowych miast w ostatnich latach oraz wzrost znaczenia ekologicznych środków transportu

Ostatnie kilkanaście lat to niewątpliwa zmiana w podejściu do transportu publicznego w miastach naszego kraju. W czasach gospodarki centralnie planowanej komunikacja miejska bazowała głównie na transporcie publicznym. Było to wywołane przede wszystkim bardzo niewielkim odsetkiem osób posiadających własne samochody (taka sytuacja utrzymywała się aż do początku lat 70. XX w.). Miejskie połączenia tramwajowe, autobusowe oraz kolejowe były zapewniane przez państwowe przedsiębiorstwa finansowane z budżetu centralnego. Początek transformacji polityczno-gospodarczej pod koniec lat 80. XX w. miał ogromne znaczenie również dla transportu publicznego. Przesunięcie w kierunku finansowania go ze środków samorządów wpłynęło na wzrost cen biletów i spadek jego popularności. Nałożył się na to gwałtowny wzrost wskaźnika motoryzacji indywidualnej. Wszystko to sprawiło, że odsetek przejazdów w miastach wykonywanych komunikacją publiczną spadł z 80-85 proc. do 50-60 proc. Co więcej, zmiany te doprowadziły do ograniczenia wydatków na naprawy, wymianę i modernizację taboru oraz rozbudowę infrastruktury. Wpłynęło to na dalszy spadek popularności transportu publicznego. W tym czasie coraz poważniejszym problemem stawała się kongestia. W obliczu wycofania się państwa ze sfery publicznego transportu miejskiego i coraz poważniejszej roli samorządów regionalnych i lokalnych poszczególne ośrodki miejskie rozpoczęły tworzenie długoterminowych strategii komunikacyjnych. Pierwszym takim miastem był Kraków (1993 r.), drugim – Warszawa (1995 r.), a następnie Białystok, Łódź, Gdynia, Wrocław i inne. Kolejnym krokiem było tworzenie spółek miejskich świadczących usługi transportowe na podstawie umów wieloletnich, przekazanie części przewozów prywatnym firmom wyłanianym w drodze przetargu oraz tworzenie – w największych aglomeracjach – podmiotów odpowiedzialnych za zarządzanie i koordynację rozwoju transportu publicznego¹⁸.

Poza zmianami organizacyjnymi dotyczącymi finansowania doszło również do zmiany podejścia do transportu. Początek to niewątpliwie powstanie idei zrównoważonego rozwoju

(sustainable development), nad którą pod koniec lat 80. XX w. pracowała tzw. Komisja Brundtland (Komisja ds. Środowiska i Rozwoju ONZ). Zdefiniowała ona zrównoważony rozwój jako taki, w którym „potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”. Idea ta była rozwijana, również w kontekście transportowym, m.in. w trakcie konferencji ONZ w Rio de Janeiro (1992 r.), Kioto (1997 r.) i Johannesburgu (2002 r.)¹⁹. Zrównoważony miejski system transportowy obecnie jest definiowany jako ten, który pozwala zaspokoić potrzeby mieszkańców miast i:

- jest bezpieczny, niezagrażający zdrowiu ludzi i środowisku oraz pozwalający na zachowanie równowagi międzypokoleniowej,
- jest przystępny pod względem ekonomicznym dla wszystkich mieszkańców miasta,
- pozwala funkcjonować efektywnie i podtrzymuje gospodarkę oraz rozwój regionalny,
- pomaga w dążeniu do ograniczania emisji szkodliwych gazów do atmosfery,
- ogranicza wytwarzanie odpadów,
- wykorzystuje odnawialne źródła energii,
- nie powoduje kongestii²⁰.

W Polsce warunki, których zapewnienie oznacza osiągnięcie zrównoważonego systemu transportowego, zostały określone w dokumencie Polityka Transportowa Państwa na lata 2000-2015. Początkowo uwagę zwracano przede wszystkim na ograniczenie szkodliwości transportu publicznego dla środowiska naturalnego (zmniejszenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery, oszczędności w poborze paliwa i energii, czy w ogóle – stawianie na bardziej efektywne i ekologiczne środki transportu, np. tramwaje i kolej). Z biegiem czasu jednak nacisk kładziony zaczął być także na kwestie społeczno-ekonomiczne, tj. wpływ komunikacji zbiorowej na kształtowanie szeroko pojmowanej przestrzeni miejskiej, zwłaszcza w kontekście jakości życia mieszkańców (np. stanu ich zdrowia). Ostatecznie nowocześnie pojmowany transport publiczny to trzy sfery: gospodarcza, ekologiczna i społeczna²¹.

Wśród działań władz poszczególnych ośrodków miejskich, które świadczą o dokonanych w ostatnich latach zmian w podejściu do transportu publicznego, wymieniane są najczęściej:

- oddzielenie organizacji transportu od świadczenia usług przewozowych – bieżący nadzór i zarządzanie komunikacją zbiorową w mieście i aglomeracji przekazywany jest do zarządu transportu. W części ośrodków miejskich zdecydowano się także na wprowadzenie regulowanej konkurencji nie na rynku przewozów, ale o tenże rynek. Część kontraktów na wykonywanie usługi komunikacyjnej jest zawierana z prywatnymi przewoźnikami wyłanianymi w drodze przetargu,

18. A. Brzeziński, W. Suchorzewski, Tram systems in Poland – From Neglect to a Recognition of Great Potentials, CODATU Conference, Bukareszt 2004.

19. M. Cichosz, Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport publiczny, [w:] „Praca naukowa Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” nr 383/2015, s. 29-30.

20. N. Chamier-Gliszczyński, Zrównoważony miejski system transportowy, [w:] „Autobusy” nr 5/2011, s. 88.

21. M. Cichosz, op. cit., s. 29.

- szerokie wykorzystanie funduszy unijnych na rozbudowę i modernizację infrastruktury transportu publicznego i zakup nowoczesnych, ekologicznych pojazdów. W wielu przypadkach były one decydującym, o ile nie jedynym, impulsem rozwojowym dla komunikacji zbiorowej w poszczególnych polskich miastach,

- premiowanie przede wszystkim ekologicznych środków transportu. Dotyczy to głównie inwestycji w rozbudowę komunikacji tramwajowej (również tzw. szybkiego tramwaju pełniącego często rolę swobodnego premetra), metra oraz kolei aglomeracyjnej, w mniejszym stopniu także trolejbusów. Należy tutaj wspomnieć również o stawianiu na rozwój systemów roweru publicznego, które nie są już postrzegane jako pewna ciekawostka, ale jako pełnoprawne uzupełnienie systemu transportowego miasta,

- inwestycje w pojazdy ekologiczne i energooszczędne (przede wszystkim autobusy elektryczne, gazowe, hybrydowe i na biopaliwa, trolejbusy z zasobnikami energii, tramwaje wykorzystujące mechanizm rekuperacji). Wśród ośrodków miejskich najbardziej zainteresowanych autobusami elektrycznymi znalazły się Warszawa, Kraków, Lublin i Jaworzno. Eksploatację eksperymentalną takich pojazdów prowadziła także np. Zielona Góra. Gdynia i Lublin mają zamiar inwestować również w rozwój komunikacji trolejbusowej. Z kolei Rzeszów dysponuje pokaźną flotą autobusów z napędem gazowym (pojazdy na CNG). Toruń planuje natomiast zakupy przede wszystkim pojazdów hybrydowych; podobny kierunek obrały także Katowice, Sosnowiec czy Tarnów. Z kolei na autobusy spalinowe ma zamiar w dalszym stopniu stawiać Łódź, Olsztyn i (w mniejszym stopniu) Szczecin²². Inwestowanie w pojazdy nisko- i zeroemisyjne powiązać można z innymi proekologicznymi działaniami takimi jak m.in. korzystanie z OZE (np. dla zaspokajania części zapotrzebowania na energię elektryczną zajezdni autobusowych i tramwajowych) lub promowanie samochodów elektrycznych (montaż ładowarek do takich pojazdów na parkingach P+R czy umożliwienie darmowego pozostawiania ich tam na noc),

- integracja systemu transportowego w mieście – wykorzystanie różnych środków transportu i ułatwianie przesiadek pomiędzy nimi tak, aby podróż w obrębie aglomeracji była szybsza, a obsługa dużych potoków pasażerskich – wydajniejsza. Integracja może mieć różne wymiary, zarówno jeśli chodzi np. o infrastrukturę przesiadkową, jak i rozwiązania dotyczące taryfy biletowej (bazujące więc w dużym stopniu na rozwiązaniach informatycznych). Z integracją systemu transportowego bezpośrednio związane są takie rozwiązania jak tworzenie parkingów Park & Ride oraz Bike & Ride, budowa nowoczesnych węzłów przesiadkowych (przystosowanych m.in. do potrzeb osób o ograniczonej mobilności), koordynacja rozkładów jazdy i informacji pasażerskiej, integracja taryfowo-biletowa (wprowadzanie

np. rozwiązań dotyczących karty miejskiej umożliwiającej korzystanie z nowoczesnych usług publicznych, której jedną z najważniejszych funkcji jest pełnienie roli elektronicznego biletu) czy korzystanie z nowoczesnych aplikacji mobilnych umożliwiających zaplanowanie podróży i zakup biletu. Wpisuje się to w ideę tzw. smart city definiowanego jako terytorium o wysokiej zdolności uczenia się i innowacji, kreatywne, z instytucjami badawczo-rozwojowymi, szkolnictwem wyższym, infrastrukturą cyfrową i technologiami komunikacyjnymi, a także wysokim poziomem sprawności zarządzania²³. Transport i komunikacja (smart mobility) to jedno z sześciu kryteriów określających inteligentne miasto (łącznie z gospodarką, środowiskiem, ludźmi, jakością życia oraz inteligentnym zarządzaniem)²⁴,

- stosowanie rozwiązań premiujących transport publiczny w ruchu miejskim – np. priorytety dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej. Jest to bezpośrednio związane z wdrażaniem ITS – inteligentnych systemów transportowych. To zaawansowane aplikacje, które – zgodnie z definicją przyjętą przez unijnego prawodawcę – mają na celu świadczenie innowacyjnych usług związanych z różnymi rodzajami transportu i zarządzaniem ruchem oraz pozwalają na lepsze informowanie różnych użytkowników, a także zapewniają bezpieczniejsze, bardziej skoordynowane i „inteligentniejsze” korzystanie z sieci transportowych. ITS łączy w sobie telekomunikację, elektronikę i technologie informatyczne z inżynierią transportu w celu planowania, projektowania, obsługi, utrzymania i zarządzania systemami transportu²⁵. Prostsze rozwiązania premiujące transport publiczny w codziennym ruchu na ulicach to np. tworzenie buspasów,

- „przesuwanie” części usług niebędących świadczeniem przewozów do podmiotów zewnętrznych. Chodzi tutaj np. o sprzedaż i dystrybucję biletów (w tym instalację i obsługę automatów biletowych), montaż i obsługę wiat przystankowych, tworzenie aplikacji pokazujących np. położenie pojazdów transportu publicznego w czasie rzeczywistym, kontrolę biletów, wykonywanie badań jakościowych usług świadczonych przez przewoźników czy sprzedaż reklam na przystankach lub pojazdach.

Na potrzeby niniejszego opracowania najwięcej uwagi należałoby poświęcić tematyce coraz szerszego wykorzystania pojazdów o napędach alternatywnych względem tradycyjnego silnika spalinowego. Wpisuje się to w zaangażowanie Unii Europejskiej w globalne przejście na gospodarkę niskoemisyjną. Ogromne jest zatem znaczenie lokalnych i regionalnych liderów, których zadaniem jest redukcja emisji dwutlenku węgla poprzez budowę i modernizację systemów transportowych. To jeden ze sposobów na osiągnięcie celu wyznaczonego przez UE zakładającego obniżenie do 2020 r. emisji CO₂ o 20 proc. względem poziomu z 1990 r. Obecnie na ok. 200 tys. autobusów

22. Elektromobilność w Polsce. Perspektywy rozwoju, szanse i zagrożenia, Zespół Doradców Gospodarczych TOR 2017.

23. N. Komninos, *Intelligent cities: innovation, knowledge systems, and digital spaces*, Routledge 2002.

24. D. Stawasz, D. Sikora-Fernandez, M. Turała, *Koncepcja smart city jako wyznacznik podejmowania decyzji związanych z funkcjonowaniem i rozwojem miasta*, [w:] „Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, nr 721/2012, s. 100.

25. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu.

jeżdżących w Europie ok. 20 tys. wykorzystuje alternatywne źródła energii, co wciąż stanowi jedynie ok. 10 proc. ogółu.

Warszawa jest sygnatariuszem europejskiej Inicjatywy Wdrożenia Zeroemisyjnych Autobusów przedstawionej w lipcu 2017 r. przez unijną komisarz ds. transportu Violetę Bulc podczas odbywającego się wówczas w Brukseli posiedzenia Komitetu Regionów. Główną ideą tego projektu jest przyspieszenie przez państwa członkowskie Unii Europejskiej rozwoju proekologicznych rozwiązań w zakresie komunikacji autobusowej. Inicjatywa opiera się na trzech filarach. Są to:

- publiczna deklaracja popierająca wspólne ambicje miast i producentów w celu przyspieszenia wprowadzania zeroemisyjnych autobusów,
- stworzenie platformy wdrożeniowej, w ramach której wszyscy interesariusze (organy publiczne, operatorzy transportu publicznego, producenci i organizacje finansowe) będą mogli wspólnie osiągnąć zamierzone cele, czyli poprawić wymianę informacji, ułatwić zrzeszanie się istotnych podmiotów, wykorzystanie potencjału działań inwestycyjnych oraz opracowanie specjalistycznych w tym zakresie polityk. Filar ten zakłada także utworzenie grupy eksperckiej skupiającej podmioty zarówno ze strony dostawców, jak i odbiorców,
- wyznaczenie celów, jakie mają zostać osiągnięte. Dokument konstytuujący inicjatywę zakłada, że do 2025 r. aż 30 proc. europejskiej floty autobusowej mają stanowić pojazdy napędzane alternatywnymi źródłami energii. Natomiast do końca 2019 r. w Europie ma być eksploatowanych co najmniej 2 tys. autobusów zeroemisyjnych.

Deklaracja została podpisana przez 36 miast i regionów, 11 producentów oraz 8 instytucji transportowych.

W tej sferze najaktywniej w Polsce działają Miejskie Zakłady Autobusowe, które sukcesywnie pozyskują pojazdy ekologiczne. Pierwsze modele autobusów elektrycznych różnych producentów polskich i zagranicznych były testowane przez MZA już od 2012 r. W 2014 r. przetarg na elektryczne autobusy wygrał Solaris Bus & Coach z Bolechowa, a następny – w 2016 r. – konsorcjum Ursus Bus i AMZ-Kutno. W lipcu 2017 r. podpisano kolejną umowę na dostawę 10 autobusów Solarisa. To pojazdy pozyskane z myślą o obsłudze linii przebiegających przez Trakt Królewski, obszar szczególnie cenny ze względu na zabytkową zabudowę. Pojawiły się one w Warszawie w marcu 2018 r. To niskopodłogowe, 12-metrowe, wyposażone w klimatyzację, system monitoringu, automaty biletowe i szereg ułatwień dla osób niepełnosprawnych pojazdy Solaris Urbino. Są one dostosowane do ładowania akumulatorów przy użyciu pantografów z ładowarek napowietrznych umieszczonych na pętach autobusowych (docelowo ma ich być 19 na terenie miasta, pierwsza powstała przy ul. Spartańskiej). Najbliższe plany zakładają też zainstalowanie ładowarki ulicznej przy ul. Konwiktorskiej.

Inwestycje w autobusy elektryczne realizowane są w ramach projektu „Zakup taboru autobusowego (130 niskopodłogowych autobusów niskoemisyjnych) wraz z infrastrukturą towarzyszącą” wchodzącego w skład Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020. Wartość projektu to ponad

417,4 mln zł, z czego Unia Europejska dofinansowuje zakup kwotą 180 mln zł. Plany odnośnie do ekologicznych autobusów zakładają, że w 2018 r. na warszawskich ulicach ma być już 30 autobusów elektrycznych, a w 2020 r. – 160. Do 2027 r. MZA chce wprowadzić do ruchu 800 nowych autobusów: 610 18-metrowych oraz 190 10- i 12-metrowych. Znaczny odsetek z nich będą stanowić pojazdy nisko- i zeroemisyjne: hybrydowe, gazowe i elektryczne.

W Warszawie od 2015 r. są także eksploatowane wyprodukowane przez firmę Lider Trading autobusy przegubowe Solbus SN18 LNG zasilane skroplonym metanem. Na liniach MZA można spotkać 35 takich pojazdów. Stolica to drugie miasto w Polsce i w Europie (pierwszym był Olsztyn), w którym wprowadzono autobusy wykorzystujące tę technologię. Autobusy na LNG nie potrzebują dużych zbiorników (paliwo w postaci płynnej ma większą gęstość energetyczną i mniejszą objętość od metanu w postaci gazowej), a ich tankowanie trwa tylko kilka minut. Pojazdy te spełniają najbardziej rygorystyczną normę emisji spalin Euro 6 – czysty proces spalania gazu w komorze silnika sprawia, że rezultatem jest głównie dwutlenek węgla oraz woda przy całkowitym braku zadymienia, a prostota konstrukcji silnika gazowego przekłada się na niskie koszty eksploatacji (o ok. 35 proc. mniejsze niż w przypadku wozów tradycyjnych).



Fot. Volvo Polska

ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA NAPĘDU W TRANSPORCIE PUBLICZNYM

4. Alternatywne źródła napędu w transporcie publicznym

Stosowanie napędów alternatywnych w pojazdach transportu publicznego ma na celu przede wszystkim ograniczenie emisji pyłów i gazów szkodliwych dla zdrowia i środowiska naturalnego oraz dwutlenku węgla. Dzięki temu możliwa jest całkowita lub częściowa eliminacja procesu spalania węglowodoru (benzyny, oleju napędowego). O ile w skali całego kraju zanieczyszczenia komunikacyjne nie są istotną przyczyną przekroczenia norm stężenia pyłu zawieszonego PM10 (zawierającego cząstki o średnicy mniejszej niż 10 mikrometrów, w tym toksyczne, jak np. benzo(a)piren, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc), przyczyniają się bowiem do jego powstawania w zakresie od ok. 5 do 7 proc., o tyle w dużych ośrodkach miejskich i ich okolicach sytuacja wygląda zupełnie inaczej. Przykładowo, w aglomeracji warszawskiej emisja ze źródeł liniowych w zakresie pyłu PM10 to aż 63 proc. całkowitej wielkości emisji z tej strefy²⁶.

W odniesieniu do transportu szynowego ekologiczne systemy napędowe pojazdów podzielić można na kilka kategorii ze względu na ich konstrukcję, zasadę działania i źródło energii. Pierwszy z nich to oczywiście pojazd w pełni elektryczny – wykorzystujący energię pobieraną przy pomocy pantografu (lub innego rozwiązania technicznego) z sieci trakcyjnej.

Druga grupa pojazdów – nazywana catenary-diesel – wykorzystuje zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne źródło energii. Pojazdy te posiadają i silnik spalinowy, i pantograf.

Pozostałe rozwiązania to pojazdy hybrydowe. Zasadniczym ich celem jest ograniczenie zużycia paliwa i emisji poprzez efektywne wykorzystanie mocy spalinowego pojazdu trakcyjnego. Prawo unijne definiuje, że hybrydowy pojazd silnikowy jest napędzany przez co najmniej dwa różne przetworniki energii i dwa różne zbiorniki energii. Muszą one znajdować się w pojeździe. Hybrydowy pojazd elektryczny natomiast do celów mechanicznego napędzania musi pobierać energię z obu znajdujących się w nim źródeł: zużywalnego paliwa oraz urządzenia do przechowywania energii (akumulator, zasobnik, kondensator, koło zamachowe, generator itd.)²⁷.

Możliwe są też inne klasyfikacje rozwiązań hybrydowych. Jedną z nich wprowadza podział na:

- spalinowe pojazdy hybrydowe – wyposażone w silniki spalinowe i baterie. Takie pojazdy kolejowe wprowadzane są głównie w celu zastępowania wagonów silnikowych i spalinowych zespołów trakcyjnych na niezelektryfikowanych odcinkach sieci kolejowej.
- hybrydy wykorzystujące sieć trakcyjną i baterie – czerpią one energię elektryczną z sieci przy pomocy pantografów, jednocześnie ładując baterie wykorzystywane następnie w trakcie jazdy po odcinkach niezelektryfikowanych. Pozwala to również zwiększać niezawodność ruchu kolejowego np. podczas awarii sieci trakcyjnej.
- pojazdy wykorzystujące ogniwa paliwowe – wyposażone są one zarówno w ogniwa paliwowe, jak i baterie. Ogniwo paliwowe generuje energię elektryczną z reakcji utleniania stale dostarczanego do niego z zewnątrz paliwa – w tym przypadku wodoru²⁸.

Zarówno polski rząd, jak i samorządy jako preferowany rodzaj pojazdów transportu publicznego o napędzie alternatywnym wskazują ten wykorzystujący energię elektryczną. W ograniczonym zakresie prowadzone są eksperymenty z autobusami hybrydowymi czy gazowcami. Ze strony władz miast podkreślana jest również rola transportu szynowego jako tego, na którego rozwój nacisk kładziony będzie w kolejnych latach. Coraz więcej miast skłania się m.in. do wspierania rozwoju rozwiązań zakładających zwiększanie roli kolei w obsłudze potrzeb komunikacyjnych aglomeracji i zapewnianiu dojazdów do centrów miast. Niezbędne wydaje się tutaj powiązanie ze sprawnym systemem kolei regionalnej. Już teraz na 1143,9 mln pasażerów, którzy skorzystali z transportu publicznego w Warszawie w 2017 r., aż 553,2 mln zostało przewiezionych pojazdami szynowymi (ponad 48 proc.)²⁹.

Znaczenie promowanej przez rząd elektromobilności w kontekście możliwości zmniejszania emisji zanieczyszczeń gazowych, pyłowych i dwutlenku węgla zależy oczywiście od sposobu wytwarzania energii elektrycznej. Co prawda udział w jej produkcji ze źródeł odnawialnych lub elektrowni atomowej zwiększa istotnie walor ekologiczny tego napędu, ale również w przypadku spalania węglowodorów jest on znaczący. Elektrownia bowiem na ogół może być lepiej wyposażona w instalacje odpylające i oczyszczające spaliny niż silnik zainstalowany w pojeździe.

Wdrażanie rządowych planów dotyczących elektromobilności rozpoczęło się w marcu 2017 r., kiedy to Rada Ministrów przyjęła Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce. Kładzie on jednak nacisk przede wszystkim na rozwiązania dotyczące mobilności indywidualnej. Stąd dokument postuluje osiągnięcie liczby 1 mln aut elektrycznych w 2025 r., co – według wyliczeń Ministerstwa Energii – ma stworzyć popyt na 4,3 TWh energii elektrycznej rocznie. Przywiązuje on także wagę do znaczenia elektromobilności dla poprawy równowagi Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Wskazuje on również na

26. Najwyższa Izba Kontroli, Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami, Warszawa 2014, s. 22.

27. Dyrektywa 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady.

28. T. Yamamoto, Trends and Recent Studies on Hybrid Railway Vehicles, QR of RTRI, Luty 2017

29. Raport roczny Zarządu Transportu Miejskiego za 2017 r.

Pojazd hybrydowy: schemat napędu autobusu Volvo 7700



Grafika: Volvo Polska

konieczność poniesienia nakładów na infrastrukturę ładowania ponad przewidywane wydatki firm dystrybucyjnych i przesyłowych. Plan proponuje działania równoległe mające rozwiązać dylemat dotyczący odpowiedzi na pytanie, w co inwestować jako pierwsze – w infrastrukturę (w początkowej fazie słabo wykorzystywaną, a więc trudną do sfinansowania) czy w pojazdy (niefunkcjonalne ze względu na brak infrastruktury). Dokument proponuje, aby ograniczyć rozmieszczanie infrastruktury ładującej pojazdy elektryczne do tzw. miejsc krytycznych, tzn. tam, gdzie brak punktów ładowania będzie zmniejszał funkcjonalność pojazdu elektrycznego. W praktyce punkt ciężkości zostanie położony na infrastrukturę w dużych aglomeracjach i wzdłuż transeuropejskich korytarzy transportowych przebiegających przez obszar Polski. Równoległe plan proponuje narzędzia rozwoju rynku pojazdów elektrycznych, które doprowadzą do wzrostu liczby pojazdów elektrycznych w momencie, gdy gotowa będzie istotna część infrastruktury.

Dokument zakłada etapowanie działań. Pierwsza faza obejmowała przyjęcie w 2018 r. ustawy o elektromobilności oraz skoncentrowanie finansowania publicznego. Druga – zaplanowana na lata 2019-2020 – to budowa odpowiedniej infrastruktury oraz komercjalizacja badań w tym obszarze. Trzecia faza – przewidziana na lata 2020-2025 – zakłada stopniowe osiągnięcie dojrzałości przez rynek elektromobilności wraz ze stopniowym wycofywaniem elementów wsparcia.

Twórcy planu zauważyli również zadania samorządów miejskich związanych z elektromobilnością mające znaczenie dla ograniczania emisji pyłów i gazów oraz hałasu, a także dla podwyższenia komfortu pasażerów transportu publicznego. Wskazali oni przede wszystkim na zakupy autobusów i rozwój wypożyczalni samochodów miejskich³⁰. Kierunki dalszego rozwoju to także elektryfikacja floty urzędów administracji służącej do transportu w zasięgu metropolii.

Dokument zakłada, że w 2025 r. w Polsce będzie jeździć ok. 1000 elektrycznych autobusów transportu publicznego, podczas gdy w połowie 2017 r. było ich w polskich ośrodkach miejskich jedynie 31. Założono wzrost tak dynamiczny, że trudno wskazać podobny w innych krajach, nawet o wiele bogatszych i zaawansowanych technologicznie.

W lutym 2018 r. w życie weszła Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Poza pojazdami napędzanymi energią elektryczną podejmuje ona również kwestie związane z infrastrukturą potrzebną do korzystania z napędów zasilanych skroplonym gazem ziemnym (LNG) i sprężonym gazem ziemnym (CNG). Nakłada ona szereg związanych z kwestiami infrastruktury do ładowania pojazdów wykorzystujących napędy alternatywne obowiązków na podmioty sektora energetycznego, samorządy, zarządy dróg samorządowych i GDDKiA. Wprowadza również zapis mówiący

30. Z punktu widzenia miasta inwestującego środki publiczne w rozwój tzw. carsharingu największy sens powinno mieć wspieranie podmiotów oferujących pojazdy o napędzie alternatywnym wobec spalinowego. Zwiększanie liczby samochodów o tradycyjnym napędzie jeżdżących w centrum nie powinno bowiem leżeć w interesie miejskich władz. 4 listopada 2017 r. we Wrocławiu wystartował miejski carsharing wykorzystujący pojazdy elektryczne, natomiast w przetargu zorganizowanym przez Zarząd Dróg Miejski w Warszawie po otwarciu ofert w marcu 2018 r. okazało się, że jedyną ofertę złożyła firma oferująca pojazdy hybrydowe. W tym kierunku powinny dążyć również i inne ośrodki miejskie rozważające wprowadzenie „samorządowego” (a więc wspieranego ze środków publicznych) systemu samochodu współdzielonego.

Wady i zalety różnych typów autobusów z napędem alternatywnym

Napęd	zalety	wady
Gazowy	Niskie koszty paliwa	Konieczny dostęp do sieci gazowej
Elektryczny	Niskie koszty prądu Bezemisyjny Cichy Dofinansowanie unijne	Wysokie koszty zakupu (do 2,5 razy większe niż diesla) Wysokie koszty wymiany baterii Konieczna infrastruktura Konieczność dopasowania modelu floty autobusowej do potrzeb
Hybrydowy	Niższe koszty paliwa częściowa bezemisyjność	Wysokie koszty zakupu (do 2,5 razy większe niż diesla) Skomplikowanie techniczne Oszczędności uzależnione od odpowiedniej trasy
Wodorowy	Bezemisyjny Cichy Większy zasięg niż elektrobasa	Wysokie koszty zakupu (do 2,5 razy większe niż diesla) Brak wymaganej infrastruktury w Polsce

o wymogu zlecenia przez jednostki samorządu terytorialnego powyżej 50 tys. mieszkańców świadczenia usługi komunikacji miejskiej podmiotowi, we flocie którego udział autobusów zeroemisyjnych wśród pojazdów użytkowanych na obszarze tych jednostek wynosi co najmniej 30 proc. Ustawa narzuca także wspomnianym jednostkom samorządu terytorialnego obowiązek przygotowywania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych. Tak zarysowana definicja wskazuje m.in. na pojazdy szynowe o napędzie elektrycznym takie jak tramwaje, czy elektryczne zespoły trakcyjne. Jeżeli taka analiza wskaże brak korzyści z wykorzystywania takich pojazdów, jednostka samorządu terytorialnego może nie realizować obowiązku osiągnięcia wcześniej wspomnianego poziomu udziału pojazdów zeroemisyjnych. Ustawa zawiera także możliwość ustanowienia przez rady gmin stref czystego transportu, do których można by było ograniczać wjazd pojazdów innych niż elektryczne, napędzane wodorem czy gazem ziemnym.

Rząd podjął współpracę z samorządami dotyczącą pozyskiwania przez nie pojazdów o napędzie elektrycznym, czego początkiem był podpisany w lutym 2017 r. list intencyjny. Dotyczył on deklaracji zakupu 780 autobusów elektrycznych i 481 aut elektrycznych przez władze miejskie. Jej kontynuacją jest program e-bus koordynowany przez Polski Fundusz Rozwoju, w którym swoje uczestnictwo zadeklarowało kilkadziesiąt miast i gmin, które w połowie zeszłego roku eksploatowały prawie połowę wszystkich autobusów komunikacji miejskiej w Polsce. Ich deklaracje zakupowe wskazywały na to, że w 2020 r. pojazdy o napędzie elektrycznym będą stanowiły

ok. 7 proc. taboru autobusowego w ogóle. Z kolei w ramach prowadzonego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju programu Bezemisyjny Transport Publiczny 26 miast oraz Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia zawarło już porozumienia z NCBR na dostawę gotowych pojazdów.

Zgodnie z danymi ZDG TOR z połowy 2017 r.³¹ 96,49 proc. eksploatowanych obecnie autobusów komunikacji miejskiej to pojazdy spalinowe. 2,29 proc. (187 sztuk) stanowią natomiast pojazdy o napędzie gazowym (przede wszystkim CNG), a 0,99 proc. – autobusy hybrydowe. Te wykorzystujące energię elektryczną to zaledwie 0,22 proc. ogółu taboru autobusowego w największych polskich miastach. Każde z miast prowadzi własną politykę odnośnie do ekologicznych form transportu publicznego i wykorzystania różnych napędów, w tym część prowadzi także inwestycje związane z transportem szynowym. Wśród ośrodków miejskich najbardziej zainteresowanych autobusami elektrycznymi znalazły się Warszawa, Kraków, Lublin i Jaworzno. Eksploatację eksperymentalną prowadziła także np. Zielona Góra. Gdynia i Lublin mają zamiar inwestować także w rozwój komunikacji trolejbusowej. Z kolei Rzeszów dysponuje największą w kraju flotą autobusów z napędem gazowym (pojazdy na CNG). Toruń planuje natomiast zakupy przede wszystkim pojazdów hybrydowych; podobny kierunek obrały także Katowice, Sosnowiec, czy Tarnów. Z kolei na autobusy spalinowe ma zamiar w dalszym ciągu stawiać Łódź, Olsztyn i (w mniejszym stopniu) Szczecin.

Elektromobilność miejską, jak również szerzej – ekologiczne napędy pojazdów transportu publicznego w miastach – można łatwo powiązać z inwestycjami infrastrukturalnymi, a także z regionalnym pasażerskim transportem szynowym. W związku ze stale rosnącą liczbą samochodów w naszym kraju oraz ze

31. Zespół Doradców Gospodarczych TOR, Elektromobilność w Polsce. Perspektywy rozwoju, szanse i zagrożenia, Warszawa 2017, s. 50.

zwiększającą się liczbą wjazdów aut do centrów miast szczególnego znaczenia nabierają np. parkingi Park & Ride, w które inwestują największe miasta w Polsce. Większość z nich zlokalizowana jest w pobliżu linii kolejowych lub węzłów przesiadkowych – najczęściej integrujących także transport szynowy.

Według danych Polskiego Związku Motoryzacyjnego w 1990 r. w Polsce było zarejestrowanych 9,041 mln pojazdów, z czego samochody osobowe stanowiły 58,2 proc. ogółu. Na koniec 2015 r. po naszych drogach jeździło już natomiast 27,049 mln pojazdów, ale samochody osobowe stanowiły już 75,6 proc. wszystkich samochodów, co przełożyło się na 20,723 mln pojazdów. W 2016 r. odnotowano już 21,675 mln aut osobowych³².

W Warszawie, która liczy ok. 1,74 mln mieszkańców, jest ponad 1,6 mln zarejestrowanych pojazdów, co sprawia, że liczba samochodów przypadających na 1000 mieszkańców przekracza 900 pojazdów (w tym ponad 730 samochodów osobowych). We Wrocławiu wskaźnik ten wynosi już ponad 877 pojazdów, natomiast Olsztynie czy w Sopocie zarejestrowanych aut jest więcej niż samych mieszkańców. To liczby, które znacznie przekraczają ogólny wskaźnik dla całego kraju – 564 pojazdy/1000 mieszkańców³³. Spośród największych miast w Polsce jedynie w Gdańsku liczba ta okazuje się niższa od średniej krajowej (414)³⁴.

Stale zwiększa się również liczba samochodów wjeżdżających do centrów polskich miast. Nie wszystkie ośrodki badają tę tendencję i dysponują aktualnymi danymi na ten temat. W części przypadków wskaźniki te są obecnie z całą pewnością o wiele wyższe od podawanych. Liczba wjeżdżających i wyjeżdżających aut w ciągu doby do Wrocławia to 200 tys. (dane za sezon 2010/2011)³⁵, natomiast w Krakowie w 2017 r. każdego dnia do miasta wjeżdżało łącznie 246 tys. pojazdów, z czego ok. 40 tys. przejeżdżało przez nie ruchem tranzytowym. Wśród tych samochodów ok. 16 tys. porusza się przez centrum stolicy Małopolski.

Miasta poszukują zatem sposobu ograniczania ruchu indywidualnymi środkami transportu oraz zmniejszenia wyżej wymienionych liczb i wskaźników. W sytuacji, w której – ze względów przede wszystkim politycznych – nierealne wydaje się wprowadzenie w najbliższych latach zamknięć centrów miast dla samochodów osobowych czy nawet znaczących ograniczeń (np. wprowadzenia opłat za wjazd), zwiększa się znaczenie rozwiązań zachęcających kierowców do korzystania z transportu publicznego (w tym również i szynowego).

32. <http://www.pzpm.org.pl/Rynek-motoryzacyjny/Park-pojazdow-zarejestrowanych/Park-pojazdow-zarejestrowanych-w-Polsce-1990-2016>

33. GUS, Transport – wyniki działalności w 2016 r., sierpień 2017.

34. ZDG TOR, Polska Organizacja Branży Parkingowej, Parkingi a transport zbiorowy w miastach, Warszawa 2017, s. 11.

35. Kompleksowe Badania Ruchu – Wrocław 2010/2011.

4.1. Autobus gazowy

Korzystanie z pojazdów NGV, czyli napędzanych sprężonym gazem ziemnym (CNG) lub skroplonym gazem ziemnym (LNG), w komunikacji miejskiej ma w Polsce krótką historię. W połowie lat 80. XX w. Jelcz przystosował do napędu gazowego model PR110. Do dziś pięć PR110 CNG jeździ w Przemyślu, a podobne w Tarnowie i w Mielcu zostały w 2018 r. wycofane. Brak infrastruktury powstrzymywał rozwój tych eksperymentów. Dopiero wejście do Unii Europejskiej i dotacje na ekologiczne autobusy zachęciły do CNG takie miasta jak Tychy, Rzeszów czy Zamość. Dziś rynek autobusów na gaz w Polsce to blisko 450 pojazdów³⁶, ale szybko się powiększa, np. w przyszłym roku Warszawa zyska od 80 do 110 nowych autobusów CNG. Umowa z MAN-em już została podpisana.

Wśród zalet autobusów napędzanych sprężonym gazem ziemnym (CNG) wymienia się zwykle niskie koszty paliwa w porównaniu do autobusów napędzanych silnikiem Diesla. Według wyliczeń PKM Gdynia, które eksploatuje flotę liczącą 31 autobusów z takim napędem, oszczędności wynikające ze stosowania gazu to na dziś średnio 10,24 proc. w porównaniu do oleju napędowego³⁷. Nieco inne doświadczenia ma w tym względzie MPK Tarnów, który niedawno kupił 21 nowych autobusów CNG, a w przeszłości okresowo korzystał z ponad trzydziestu tego rodzaju pojazdów.

Jeszcze dziesięć lat temu cena metra sześciennego CNG była o połowę niższa od ceny litra oleju napędowego, co sprawiało, że przy uwzględnieniu zużycia obu rodzajów paliwa koszt CNG był o 20-30 proc. niższy. Jednak w zeszłym roku przy szybko rosnącej cenie CNG i wolniej rosnącej cenie ON korzystanie z tego pierwszego napędu uznano w Tarnowie za nieopłacalne³⁸.

Według wyliczeń przewoźnika koszty paliwa są podobne przy parytecie 0,65 (czyli w sytuacji, gdy metr sześcienny CNG kosztuje 65 proc. ceny litra ON), co jest do osiągnięcia przy odpowiednio wynegocjowanej umowie z dostawcą gazu. To ona zwykle ma wpływ na rentowność tego rozwiązania lub jej brak w przypadku konkretnego przewoźnika. Co więcej, na początku sierpnia prezydent podpisał nowelizację ustawy o podatku akcyzowym i ustawy Prawo celne, która przywraca zerową stawkę akcyzy na CNG i LNG dla autobusów. To właśnie wprowadzenie akcyzy przed czterema laty zachwiało opłacalnością tego napędu wśród przewoźników autobusowych. Wspomniane PKM Gdynia przed 2014 r. oceniało oszczędności ze stosowania CNG na ok. 24 proc. w stosunku do kosztów oleju napędowego.

CNG to dziś najpowszechniejsze rozwiązanie, jeśli chodzi o napęd alternatywny, w Polsce. Stąd relatywna łatwość w dostępie do paliwa, ale też do doświadczeń innych przewoźników w tym zakresie.

Napęd gazowy daje konkretne korzyści ekologiczne. Prawie całkowicie eliminuje on z produktów spalania sadze i cząstki stałe, emisja CO₂ spada o ok. 20 proc., znaczące jest też zmniejszenie emisji innych składników smogu. Autobus gazowy jest o kilka decybeli (według doświadczeń różnych przewoźników – do 7 dB) cichszy niż autobus z silnikiem Diesla.

Autobusy gazowe w polskich miastach (jeżdżące i te, które mają zostać dostarczone do końca 2018 r.)

Miasto	Liczba
Tychy	74
Rzeszów	69
Radom	42
Mysłowice	42
Warszawa (LNG)	35
Zamość	31
Gdynia	31
Tarnów	28
Słupsk	18
Mielec	13
Olsztyn (LNG)	11
Przemyśl	9
Częstochowa	8
Sanok	8
Wrocław	5
Kraków	5
Inowrocław	4
Kostrzyn Wielkopolski	4
Toruń	3
Solec Kujawski	2

Źródło danych: Opracowanie własne na podstawie danych producentów i przewoźników. Stan na koniec roku 2018

36. Zaktualizowany raport PSPA, „Paliwa alternatywne w krajowej komunikacji miejskiej” <http://pspa.com.pl/polske-czeka-autobusowa-rewolucja>
37. <file:///C:/Users/admin/Downloads/4>.

38. Metan czy prąd? Autobusy gazowe alternatywą dla elektrycznych. Raport MPK Tarnów. <http://www.mpk.tarnow.pl/pl/aktualnosci/2017-06-30/promujemy-najlepsze-alternatywne-napedy>

Wśród wad tego rozwiązania należy wymienić cenę zakupu pojedynczego autobusu, która jest nieco wyższa niż w przypadku autobusów ze standardowym napędem. O ile na zwykły pojazd o długości 12 metrów należy wydać 800-900 tys. zł, o tyle autobus CNG kosztuje ok. 1 mln zł. Autobus CNG nie jest zeroemisyjny, co oznacza zanieczyszczenie powietrza w mieście.

Tego rodzaju napęd wymaga posiadania dostępu do sieci gazowej i osobnej stacji tankowania. Jeszcze do niedawna zwracano uwagę, że tankowanie gazem jest dłuższe i bardziej pracochłonne od zwykłego tankowania olejem napędowym, ale obecnie różnice są nieznaczne.

Według danych PKM Gdynia zasięg autobusu na jednym tankowaniu to ok. 350-400 km. To mniej więcej o połowę mniej niż zasięg autobusu z silnikiem Diesla, ale wystarczająco dla standardowej dziennej pracy autobusu na linii miejskiej.

W przypadku autobusów napędzanych skroplonym gazem ziemnym (LNG) to w Polsce nie ma wielu przykładów wykorzystania tego rodzaju pojazdów. Tylko MZA Warszawa ma znaczącą (35 sztuk) flotę tego rodzaju pojazdów. Poza tym są one użytkowane w Olsztynie i Solcu Kujawskim. Według przedstawicieli MZA zaletą jest niższe o 7 proc. zużycie paliwa, co przekłada się na niższą emisję spalin. Przy niewielkiej podaży tego rodzaju pojazdów koszty użytkowania jeszcze bardziej uzależnione są od ceny paliwa wynegocjowanej z jego dostawcą, choć ta – z powodu wspomnianej obniżki akcyzy – może być atrakcyjna. MZA szacuje, że koszty paliwa są nawet o 40 proc. niższe w porównaniu do autobusu z silnikiem Diesla³⁹.

Warto zaznaczyć, że autobusy LNG nie różnią się konstrukcją silnika od autobusów CNG poza tym, że skroplone paliwo zajmuje mniej miejsca, co pozwala na łatwiejsze manewrowanie zbiornikami przy konstrukcji autobusu (autobusy CNG często jeżdżą z „garbem”, czyli zbiornikami na dachu). Różnica polega na sposobie magazynowania i tankowania skroplonego paliwa.

Prezes MZA Warszawa zwracał zresztą na początku 2018 r. uwagę na zalety LNG wobec CNG, m.in. na kilkakrotnie krótszy czas tankowania, co w przypadku gdy trzeba zatankować kilkadziesiąt lub kilkaset pojazdów ma znaczenie. Wskazywał też, że LNG to w praktyce w 99 proc. metan, a więc paliwo nieco czystsze niż CNG.

Wybrane modele autobusów gazowych w Polsce wraz z podstawowymi parametrami

Model	Długość	Przewoźnik	Rok zakupu	Cena jednostkowa (brutto)	Pojemność
Scania City Wide 12LF CNG	12 m	MPK Tarnów	2018	1,29 mln zł	80 pasażerów
Autosan San-city 12LF CNG	12 m	MZK Przemyśl	2018	1,19 mln zł	90 pasażerów
Solaris Urbino 12 CNG	12 m	Transgór Mysłowice	2017	1,21 mln zł	91 pasażerów

39. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/mza-warszawa-w-liczbach-jak-sprawdzaja-sie-alternatywne-napedy-51815.html>

4.2. Autobus elektryczny

Podstawową wersją autobusów elektrycznych, z których zaczynają korzystać polskie miasta, są pojazdy bateryjne. Główne zalety, na które zwraca się uwagę przy decyzji o zakupie tego rodzaju pojazdów, to względy ekologiczne. Elektrobusy nie spalają paliwa, w efekcie nie emitują więc do atmosfery żadnych gazów będących częściami składowymi smogu. Podobne znaczenie ma zmniejszenie hałasu w pojeździe i na zewnątrz niego. W sytuacji, w której pojazd nie spala paliwa, pasażer słyszy głównie odgłosy jazdy, a nie pracy maszyny. Z obu tych powodów autobusy elektryczne świetnie nadają się na trasy z gęstą, śródmiejską zabudową, do obsługi linii nocnych, prowadzących w pobliżu terenów zielonych czy obiektów wymagających ciszy, np. szkół, czy szpitali.

Olbrymią zaletą tego rodzaju pojazdów są koszty „paliwa”, czyli w tym przypadku prądu. Według danych MPK Kraków, które dziś korzysta z 26 elektrobusów, do przejechania jednego kilometra autobus musi być zasilony energią od 1,25 kWh (9-metrowy) do nawet 2,35 kWh (przegubowy). W Krakowie wyliczono, że przy obecnych cenach prądu do przejechania miliona kilometrów autobus spalinowy potrzebuje paliwa za 1 327 210 zł, a elektrobus – prądu wartego 335 200 zł, czyli czterokrotnie mniej⁴⁰.

Tabela: Autobusy elektryczne w polskich miastach (jeżdżące i te, które mają zostać dostarczone do końca 2018 r.)

Chętnie podkreślane przez producentów jest dużo mniejsze skomplikowanie konstrukcyjne pojazdów, co oznacza mniejszą awaryjność i niższe koszty części zamiennych i napraw. W przywoływanym już zestawieniu MPK Tarnów koszt napraw w czasie 15-letniego okresu użytkowania autobusu oszacowano na ok 110,5 tys. zł w przypadku elektrobusu i 221 tys. zł w przypadku autobusu z silnikiem Diesla.

Wady elektrobusów związane z ich konstrukcją i wciąż niedoskonałą technologią powodują jednak, że przewoźnik, który chce z nich korzystać, musi zupełnie przemodelować sposób zarządzania flotą autobusową. Pojazdy muszą być ładowane, co trwa długo. W Polsce za bazowy przyjęto sposób ładowania metodą plug-in (czyli przez kabel) na zajezdniach przy pomocy ładowarek o stosunkowo niskiej mocy. Pełne naładowanie baterii trwa zwykle do 6 godzin, co oznacza, że musi się odbywać w nocy. Przy obecnej pojemności baterii zasięg autobusu to jednak zaledwie 150 km, o oznacza, że albo musi on wrócić do zajezdni w ciągu dnia, albo – co preferują miejscy przewoźnicy, np. w Warszawie czy Krakowie – być „doładowany” na końcu pętli tzw. szybką ładowarką. To jednak oznacza inwestycję w dodatkową infrastrukturę, co nie tylko kosztuje, ale też długo trwa (MPK szacuje czas postawienia ładowarki w środku miasta na ok. półtora roku, co jest związane ze zdobyciem wszystkich pozwoleń) i oznacza ładowanie w dzień, co jest droższe niż korzystanie z prądu w taryfie nocnej.

Szybkie ładowanie na pętli jest możliwe dzięki pantografowi (lub jego odwróconej wersji) albo dzięki indukcji elektromagnetycznej. To drugie rozwiązanie jest jednak stosowane rzadko (w Polsce w ogóle go nie ma), bo wymaga drogiej inwestycji w przebudowę przystanku.

Baterie to element modułowy i wymienny, dlatego można wyposażyć autobus w taką ich liczbę, by był w stanie przejechać standardowe 300 km w ciągu dnia, ale oznacza to zmniejszenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zwiększenie jego masy.

Autobusy elektryczne w polskich miastach (jeżdżące i te, które mają zostać dostarczone do końca 2018 r.)

Miasto	Liczba
Zielona Góra	47
Warszawa	31
Kraków	26
Jaworzno	24
Katowice	11
Inowrocław	10
Stalowa Wola	10
Rzeszów	10
Szczecinek	10
Ostrów Wielkopolski	4
Sosnowiec	3
Środa Śląska	3
Lublin	2
Ostrołęka	2
Polkowice	2
Chodzież	1
Wągrowiec	1
Września	1
Ciechanów	1
Nysa	1

Źródło danych: Opracowanie własne na podstawie danych producentów i przewoźników. Stan na koniec roku 2018

40. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/jak-krakow-rozwinaja-swoja-flote-autobusow-elektrycznych-58387.html>

Dodatkowym kosztem w przypadku elektrobusów jest wymiana baterii w trakcie cyklu użytkowania pojazdu. Ponieważ technologia jest nowa, nie wiadomo, przez ile lat baterie będą pozostawać w stanie wysokiej sprawności. Powszechnie uważa się jednak, że przynajmniej raz w ciągu dziesięciu lat trzeba będzie je wymienić. To koszt rzędu kilkuset tysięcy zł (znów – trudny do oszacowania przy intensywnie rozwijanej technologii, stale zmieniających się parametrach i cenie tego produktu), który bierze na siebie przewoźnik (MPK Kraków zgodziło się na 3-letnią gwarancję na magazyny energii) lub producent (MZA Warszawa korzysta z 10-letniej gwarancji), co jednak odbija się na cenie zakupu.

Warto jeszcze raz podkreślić, że to element, którego koszt jest szalenie trudny do oszacowania. Dziś koszt baterii to jedna z głównych składowych kosztów zakupu autobusu – sięga ok. 30 proc. Ceny baterii litowo-jonowych spadają jednak bardzo szybko. Między 2010 a 2017 r. koszt w przeliczeniu na jedną kilowatogodzinę spadł o 79 proc. W 2017 r. średnia cena takiej baterii oscylowała w granicach 209 dol./kWh⁴¹, zaś w 2030 r. ma wynosić 70 dol./kWh⁴¹. Wtedy koszt baterii ma stanowić mniej niż 10 proc. kosztu autobusu, więc i jej wymiana nie będzie obciążała budżetów przewoźników tak mocno jak dziś.

Nie jest też zaskoczeniem, że zdecydowana większość baterii litowo-jonowych jest obecnie produkowana w Chinach, czyli tam, gdzie powstaje też zdecydowana większość

elektrobusów, zaś sam popyt na baterie jest napędzany przez przemysł motoryzacyjny. Dziś „pochłania” on około całej światowej produkcji baterii litowo-jonowych, a według prognoz analityków Bloombergu już w 2020 r. zapotrzebowanie tylko przemysłu samochodowego sięgnie 120 GWh, czyli wyniesie tyle, ile teraz produkuje się na wszystkie cele. Popyt na świecie wymusi zwiększenie produkcji poza Chinami, a co za tym idzie – spadek cen.

Zeroemisyjność autobusów elektrycznych nie jest całkowita. Po pierwsze korzystają one z energii, która w polskich warunkach powstaje głównie w elektrowniach węglowych, choć przy tym należy zauważyć, że elektrobusy mają korzyść przede wszystkim z prądu w nocy, czyli wykorzystywać tę część produkcji elektrowni, która dziś jest tracona. Po drugie układy grzewcze w większości elektrobusów w Polsce są zasilane olejem napędowym. W styczniu zużycie oleju napędowego w elektrobusie MPK Kraków sięga 7 litrów na 100 kilometrów, czyli jednej piątej zużycia zwykłego autobusu ON.

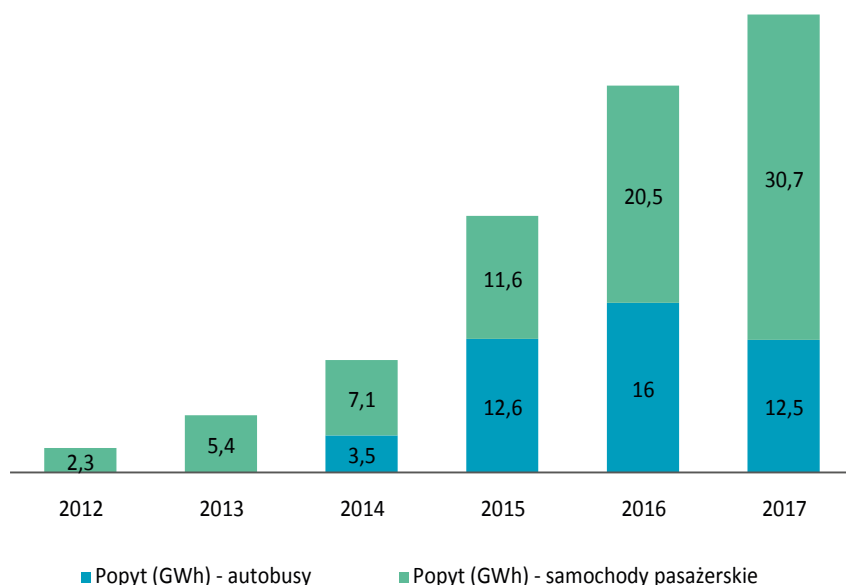
Autobusy elektryczne są znacznie droższe od standardowych. W zależności od długości i wyposażenia kosztują 2-2,5 mln zł. Póki co ta różnica nie ma przełożenia na decyzje miejskich przewoźników, bo korzystają oni z dofinansowania.

Wszystko to oznacza, że w istocie dobór odpowiedniego taboru elektrobusowego jest wypadkową potrzebnej przewoźnikowi pojemności, zasięgu,

planowanego modelu ładowania, a także dostępnego sposobu finansowania zarówno zakupu, jak i późniejszego użytkowania pojazdu. O ile autobus na olej napędowy można w dużym uproszczeniu kupić i korzystać z niego, póki się nie zepsuje, to na flotę autobusów elektrycznych trzeba mieć plan na długo, zanim pierwszy przyjedzie z fabryki.

W efekcie zorganizowanych w 2017 r. pięciu warsztatów dla samorządów i producentów wypracowano katalog dobrych praktyk, które wskazują, na jakie rodzaje tras nadają się autobusy elektryczne⁴². Powinny one jeździć tam, gdzie:

Popyt na baterie litowo-jonowe generowany przed producentów samochodów i autobusów na świecie do roku 2017



Źródło: *Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF*

41. Electric Buses in Cities. Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2, <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>

42. Raport „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”. http://www.igkm.pl/wp-content/uploads/2018/07/Praktyczny_podrecznik-elektromobilnosc.pdf

- z powodu gęstej, wielorodzinnej zabudowy miejskiej istotną zaletą jest brak hałasu,
- tabor jest wykorzystywany intensywnie (65-80 tys. wżkm rocznie),
- linie mają wiele przystanków,
- trasy są płaskie – bez podjazdów i zjazdów,
- obszar jest obsługiwany wieloma liniami, w efekcie czego konieczne postoje na pętlach i przystankach można wykorzystać na ładowanie,
- trasa jest zatłoczona, w efekcie czego wymaga wielu zatrzymań,
- są inne powody, dla których autobusy na trasie jeżdżą wolno, np. przejazd przez strefy uspokojonego ruchu, strefę Tempo 30 itp.,
- trasa prowadzi przez planowane strefy ekologiczne.

Wybrane modele autobusów gazowych w Polsce wraz z podstawowymi parametrami

Model	Długość	Przewoźnik	Rok nabycia	Cena jednostkowa (brutto)	Pojemność	Liczba pojazdów
Solaris Urbino 12 electric	12 m	MZA Warszawa	2018	3,047 mln zł	80 pasażerów	10 ^a
Ursus City Smile CS12LFE	12 m	MZK Zielona Góra	2018	2,053 mln zł	80 pasażerów	47 ^b
Solaris Urbino 18 electric	18 m	PKM Katowice	2018	3,26 mln zł	130 pasażerów	5 ^c

Źródło: Opracowanie własne. a - z infrastrukturą do ładowania, b - dodatkowe dwa pojazdy serwisowe, c - z infrastrukturą do ładowania

4.3. Autobus hybrydowy

Pierwszy autobus hybrydowy pojawił się w Polsce w taborze MPK Poznań w 2008 r. i przez wiele lat był jedynym autobusem z tym napędem użytkowanym w Polsce. Dziś jednak hybryd jest więcej. Do końca 2018 r. polscy przewoźnicy będą dysponować 325 pojazdami tego rodzaju, a na realizację w przyszłym roku czekają już podpisane umowy.

Za autobusy o napędzie hybrydowym uznaje się szereg pojazdów, które na różne sposoby korzystają zarówno z silnika spalinowego, jak i silnika lub silników elektrycznych. W tej grupie zawierają się zarówno pojazdy napędzane z zasady silnikiem spalinowym, w których rekuperacja energii podczas hamowania gromadzona jest w bateriach litowo-jonowych, jak i bardziej skomplikowane hybrydy szeregowe, w których silnik spalinowy nie jest bezpośrednio odpowiedzialny za napędzanie kół, ale za napędzanie generatora prądu, który z kolei napędza silnik elektryczny. Hybrydy w układzie równoległym posiadać możliwość zewnętrznego ładowania, podobnie do autobusu elektrycznego.

Pierwszą z dwóch podstawowych korzyści z tego rodzaju pojazdów są oszczędności na paliwie. Według danych Volvo oszczędności na oleju napędowym to od 30-40 proc. w górę. Przytaczane wcześniej zestawienie MPK Tarnów mówi o 20 proc.⁴³, MZA Warszawa wspomina o 30 proc.⁴⁴

Drugą są korzyści ekologiczne, które często określa się jako „bezemisyjność w strefie przystanku”. Autobusy hybrydowe z zasady wykorzystują silnik elektryczny przy niewielkich prędkościach, ruszaniu i zatrzymywaniu się. Silnik spalinowy włącza się przy długich, szybkich przejazdach. Oznacza to, że taki pojazd jest przyjazny w miejscach, w których styka się z pasażerami.

Autobusy hybrydowe osiągają ten efekt, choć (pomijając wersje z zewnętrznym ładowaniem) nie wymagają instalacji żadnej dodatkowej infrastruktury ponad tę, z której korzystają autobusy z napędem spalinowym. Energia elektryczna, z której korzystają, jest wytwarzana przez sam pojazd. Co więcej, pojazdy hybrydowe do magazynowania energii elektrycznej korzystają z baterii litowo-jonowych lub superkondensatorów, które są mniejsze niż baterie elektrobusów, co powoduje, że nie ma tu problemu z pojemnością pojazdu i pytaniem „wozimy baterie czy pasażerów?”.

Dużą wadą autobusów hybrydowych jest ich wysoka cena, choć w zależności od rodzaju pojazdu koszt autobusów z tym napędem może się różnić. Należy jednak za niego zapłacić 1,5 raza lub ponad 2 razy więcej niż za autobus z silnikiem Diesla⁴⁵.

Autobusy hybrydowe w polskich miastach (jeżdżące i te, które zostaną dostarczone do końca roku)

Miasto	Liczba
Warszawa	54
Częstochowa	40
Sosnowiec	37
Kraków	34
Kielce	25
Płock	25
Szczecin	17
Toruń	15
Tarnów	12
Krosno	11
Kalisz	11
Pabianice	10
Inowrocław	8
Białystok	4
Górny Śląsk	4
Swarzędz	4
Jelenia Góra	3
Czechowice-Dziedzice	3
Luboń	3
Głogów	2
Głogów	2
Poznań	2

Źródło danych: Opracowanie własne na podstawie danych producentów i przewoźników. Stan na koniec roku 2018

43. Metan czy prąd? Autobusy gazowe alternatywą dla elektrycznych. Raport MPK Tarnów. <http://www.mpk.tarnow.pl/pl/aktualnosci/2017-06-30/promujemy-najlepsze-alternatywne-napedy>

44. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/mza-warszawa-w-liczbach-jak-sprawdzaja-sie-alternatywne-napedy-51815.html>

45. W marcu 2018 r. MZK Toruń przyjęło ofertę MAN-a, który za 14 autobusów MAXI zażądał 24,8 mln zł. Przed dwoma laty PKM Sosnowiec kupiło od Volvo 35 autobusów hybrydowych (25 MAXI i 10 MEGA) za 72 mln zł. Miasto Szczecin w lutym podpisało umowę z Solarisem na zakup 16

W skrajnych przypadkach autobus hybrydowy kosztuje tyle, ile autobus elektryczny, a zużywa paliwo, które trzeba doliczyć do kosztów jego użytkowania.

Skomplikowanie techniczne autobusu hybrydowego powoduje, że koszty przeglądów, napraw i wymiany części mogą być wysokie. Według MPK Tarnów przekraczają one koszty użytkowania każdego innego typu autobusu.

Zalety autobusu hybrydowego wynikające z odzyskiwania energii elektrycznej wymagają odpowiedniej trasy. Na trasach, na których jest mało przystanków, a dużo długich, szybkich przejazdów taki autobus korzysta częściej z silnika spalinowego i ewentualne oszczędności na paliwie są niewielkie. Autobusy hybrydowe nie są zeroemisyjne, a jedynie ograniczają zużycie oleju napędowego. W związku z tym, podobnie jak autobusy gazowe, nie spełnią wymogu minimum 30 proc. pojazdów zeroemisyjnych we flocie autobusowej, jaki według przyjętej w 2018 r. ustawy o elektromobilności będzie obowiązywać od 1 stycznia 2018 r.⁴⁶

Szczególnym rodzajem autobusów hybrydowych, które jeżdżą po polskich drogach, są hybrydy gazowo-elektryczne. 40 takich pojazdów eksploatowanych jest w Częstochowie. Trzy lata temu zostały one dostarczone przez Solbus. Tego rodzaju technologia jest jednak unikalna w skali kraju. Żadne inne miasto takich autobusów nie użytkuje, a żaden inny producent ich nie sprzedaje. Częstochowa kupiła je, bo na konkretnie takie pojazdy przeznaczono dofinansowanie z programu GAZELA. Autobusy się psują, jeden spłonął, a z ich naprawą jest problem, bo producent zbankrutował. Można się więc spodziewać, że zalety tej technologii nie zachęcą w najbliższym czasie odbiorców.

Wybrane modele autobusów hybrydowych w Polsce wraz z podstawowymi parametrami

Model	Długość	Przewoźnik	Rok nabycia	Rodzaj napędu	Cena jednostkowa (brutto)	Pojemność
Volvo 7900 Hybrid	12 m	MZK Jelenia Góra	2018	Diesel 150 kW/ elektryczny 110 kW	1,77 mln zł	85 pasażerów
MAN Lion's City A37	12 m	Kaliskie Linie Autobusowe	2018	Diesel 145 kW/ elektryczny 110 kW	1,74 mln zł	72 pasażerów
Solaris Urbino 12 Hybrid	12	MZK Pabianice	2018	Diesel 150 kW/ elektryczny 110 kW	1,88 mln zł	75 pasażerów

Źródło danych: Opracowanie własne na podstawie danych producentów i przewoźników.

autobusów hybrydowych (8 MAXI i 8 MEGA) za 42 mln zł, co daje średnią cenę za autobus na poziomie 2,625 mln zł.

46. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11 stycznia 2018 r., tekst ujednolicony, Dz.U. 2018 poz. 317.

4.4. Autobus wodorowy (ogniwo paliwowe)

Technologią istniejącą od ponad 20 lat, ale rzadko póki co używaną w autobusach miejskich, jest konstrukcja pojazdu z ogniwami paliwowymi, czyli napędzanego wodorem. To w praktyce autobusy elektryczne, ale prąd potrzebny do jazdy nie jest dostarczany z baterii, ale ze spalania wodoru.

Zaletą tego rodzaju pojazdów jest więc całkowita bezemisyjność, bo produktem ubocznym jest wyłącznie para wodna. W porównaniu do klasycznych elektrobusów autobusy wodorowe mają dwie przewagi. Po pierwsze tankowanie takiego pojazdu trwa zaledwie kilka minut, nie ma więc kłopotu ani z planowaniem ładowania, ani z czasem. Niektóre autobusy wodorowe, np. projektowany na przyszły rok Solaris Hydrogen mają co prawda niewielką baterię, która może być doładowana metodą plug-in, ale pełni ona jedynie rolę dodatkową. Po drugie zaś autobus wodorowy ma szacowany zasięg sięgający ok. 350-400 km na jednym tankowaniu, co umożliwi pracę przez cały dzień. To właśnie ta przewaga nad baterijnymi autobusami elektrycznymi skłoniła do zainteresowania się tym napędem zarówno Gdynię, która podpisała z Lotosem list intencyjny na budowę stacji tankowania⁴⁷, jak i Gdańsk, który planuje zamówić trzy takie autobusy⁴⁸.

Wadą autobusu wodorowego jest wysoka cena zakupu porównywalna z autobusem baterijnym, choć to wada pozorna, bo to właśnie między tymi rodzajami napędu wybierają przewoźnicy. Raczej nikt nie porównuje napędu dieslowskiego z wodorowym.

Problemem jest też konieczność budowy odpowiedniej infrastruktury. W Polsce nie ma dziś żadnej stacji tankowania wodoru dla autobusów. Wodór – lotny i wybuchowy – to paliwo trudne w przechowywaniu i użytkowaniu. Na razie nie zachęca to nie tylko miast polskich, ale też zagranicznych. Największe jak do tej pory zamówienie na autobusy z tym napędem to kontrakt z marca 2018 r., w którym holenderski Van Hool zobowiązał się do dostawy 30 takich autobusów do przewoźnika z Kolonii i 10 do Wuppertalu.

4.5. Porównanie kosztu pojazdów

W dotychczasowych analizach czy wypowiedziach przedstawicieli branży najczęściej wnioskuje się, że kluczowym mankamentem autobusów elektrycznych są wysokie koszty. Dotyczy to głównie kosztów samego zakupu pojazdów, które nie są później do końca niwelowane przez znacznie niższe w porównaniu z pojazdami tradycyjnymi koszty eksploatacji. Korzystniej pojazdy elektryczne wypadają, gdy do kosztów wliczy się również efekty ekologiczne.

Dane dotyczące kosztów zakupu i utrzymania pojazdów elektrycznych są wciąż w przypadku Polski obciążone dużym ryzykiem błędu ze względu na niewielką skalę rozwoju rynku tego rodzaju zakupów⁴⁹. Biorąc jednak pod uwagę dotychczasowe doświadczenia krajowe, jak i zagraniczne⁵⁰, przyjmuje się obecnie, że cena jednego autobusu elektrycznego (o długości 12 m) to 2-2,5 mln zł (cena jest naturalnie ściśle uzależniona od wymogów technicznych postawionych oferentom w przetargu, wielkości zamówienia etc.), co stanowi 200-250 proc. ceny jednego autobusu analogicznej długości z silnikiem Diesla (norma Euro VI).

Biorąc pod uwagę 15-letnią eksploatację autobusów (cykl życia produktu), szacowane koszty związane z użytkowaniem autobusów elektrycznych są nawet o ponad 60 proc. większe niż koszty w przypadku eksploatacji pojazdów z silnikiem spalinowym. W tym ostatnim przypadku koszty są bardzo porównywalne do kosztów autobusów napędzanych gazem ziemnym.

Na wysokie koszty autobusów elektrycznych wpływają dwa zasadnicze czynniki, które mogą jednak w kolejnych latach ulec zmianie. Rozwój rynku tego rodzaju pojazdów wymuszony przez zmiany w prawie wymusi jednocześnie rozwój technologii, który wpłynie na zmniejszenie kosztów zakupu, jak również kosztów zakupu baterii, a także wpłynie na efektywność pracy baterii. Obecnie szacuje się, że autobus elektryczny jest w stanie pokonać bez ładowania ok. 150 km, co może stanowić nawet blisko 3-krotnie mniej niż trasa, którą pomiędzy tankowaniami może pokonać autobus napędzany gazem ziemnym.

47. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/gdynia-szykuje-sie-na-autobusy-na-wodor-58165.html>

48. <http://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/7,35612,22971314,autobusy-napedzane-wodorem-przyszloscia-komunikacji-miejskiej.html>

49. M. Trela, Analiza kosztów prywatnych i społecznych dla autobusu miejskiego zasilanego elektrycznie i konwencjonalnie, „Logistyka” 4/2014, s. 5001-5006.

50. M. Wołek, Przykłady wdrażania autobusów elektrycznych w Europie, https://www.mpit.gov.pl/media/47073/2_.pdf; <http://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/po-ile-autobus-elektryczny-hybrydowy-spalinowy-gminy-inwestuja-w-elektromobilnosc,99552.html>; <http://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/ursus-dostarczy-47-autobusow-elektrycznych/yzyjv8> [22.08.2018].

Rozwój technologii powinien również wpłynąć na wydłużenie żywotności baterii: obecnie szacuje się, że wymiana jest niezbędna po ok. 6-8 latach, czyli w połowie cyklu życia produktu⁵¹. Dowodem na możliwy rozwój technologii związany z użytkowaniem baterii jest sieć trolejbusowa w Gdyni, gdzie od 2015 r. funkcjonują trolejbusy posiadające możliwość jazdy poza siecią na bateriach⁵². Wymiana baterii niklowo-kadmowych na litowo-jonowe wraz z dostosowaniem aparatury energoelektronicznej zwiększyła możliwość przejazdu trolejbusu poza siecią trakcyjną z kilku do nawet ok. 15-20 kilometrów⁵³.

Wskazane wyżej koszty nie uwzględniają naturalnie kosztów inwestycji i konserwacji urządzeń do ładowania pojazdów. Dla przykładu – wyposażenie zajezdni autobusowej w Zielonej Górze i przebudowa 11 pętli autobusowych w mieście wraz z dostosowaniem ich do ładowania pojazdów elektrycznych stanowiły wydatek rzędu 39 mln zł. Pozyskane w ten sposób wyposażenie pozwala na eksploatację 47 pojazdów elektrycznych (jest to jak dotąd największy kontrakt na pozyskanie takich pojazdów w Polsce⁵⁴).

Z kolei symulacja dokonana w zakresie ewentualnego przejęcia obsługi Sopotu przez autobusy elektryczne założyła koszty związane z budową infrastruktury do ładowania pojazdów rzędu 2,47-3,23 mln zł, a koszty związane z utrzymaniem tej infrastruktury na 2,92-5,96 mln zł⁵⁵. Różnica w kosztach dotyczyła

wariantowania – w tańszym rozwiązaniu założono częściowe wykorzystanie istniejącej infrastruktury trolejbusowej (łączy Sopot z Gdynią).

W tej samej symulacji dotyczącej wykorzystania elektrobusów w Sopocie pokazano również wpływ zmiany taboru na „efekt ekologiczny”. Na podstawie analizy DGC obrazującej procentową zmianę emisji substancji szkodliwych do środowiska (CO₂, NO_x, PM) wskazano, że nakłady i koszty w perspektywie 25-letniej po uwzględnieniu wskaźników DGC wyniosą ok. 8 proc. mniej w przypadku zastosowania elektrobusów w porównaniu z zastosowaniem autobusów spalinowych z silnikiem Euro VI⁵⁶. Symulacja ta nosi co prawda znamiona kontrowersji (różnice w nakładach na zakup taboru wynoszą raptem 2-4 proc., co stoi w sprzeczności z przytoczonymi wyżej informacjami o znacząco wyższych kosztach zakupu taboru elektrycznego), ale – jak już wcześniej wspomniano – istotnie nie można wykluczyć, że w przyszłości, dzięki rozwojowi technologii, wydatki na autobusy elektryczne będą niższe.

Porównanie kosztów inwestycyjnych autobusów

Pojazd/parametr	Scania Citiwide 12LF (diesel)	Scania Citywide 12LF CNG	Solaris Urbino12 Electric (NMC 160 KWH)
Cena	900 000	1 000 000	2 500 000
Koszt wymiany baterii	0	0	500 000
Łączne koszty paliwa	1 296 000	1 170 000	675 000
Koszty serwisowe (w tym wymiana falowników)	221 000	238 000	190 500
Razem (zakup + 15 lat eksploatacji)	2 417 000	2 408 000	3 965 500

W oparciu o dane MPK Tarnów. Szacunkowe ceny zakładają 15-letni cykl życia produktu, kontrakt na 10 pojazdów i całkowity przebieg na poziomie 1 mln wzm. Pod uwagę wzięto rynkowe ceny paliwa oraz gazu ziemnego. Źródło: „Raport: Paliwa alternatywne w komunikacji miejskiej” opublikowany podczas Polskiego Kongresu Paliw Alternatywnych (Warszawa 2018), s. 11.

51. „Paliwa alternatywne w komunikacji miejskiej”, s. 27; <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/mpk-tarnow-przetestowalo-elektrobus-i-wylacza-wady-takiego-pojazdu-59229.html> [22.08.2018].

52. Baterie były zarówno montowane w starszych pojazdach, jak i w ramach pozyskiwania nowego taboru, PKT Gdynia zamawia wyłącznie trolejbusy z bateriami.

53. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/gdynia-i-solaris-podpisaly-umowe-na-30-trolejbusow-58191.html> [22.08.2018].

54. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/zielona-gora-zamawia-stacje-do-ladowania-za-39-mln-zl-54324.html> [22.08.2018].

55. K. Grzelec, D. Okrój, Perspektywy obsługi miast autobusami elektrycznymi na przykładzie Sopotu, „Autobusy”, 11/2016, s. 31.

56. W przypadku częściowego wykorzystania infrastruktury trolejbusowej, symulacja wypadła jeszcze korzystniej: koszty byłyby o ok. 10 proc. niższe od zastosowania autobusów z silnikami EURO VI. Nakłady i koszty po uwzględnieniu wskaźników DGC w ujęciu krajowym były wciąż niekorzystne dla elektrobusów (blisko 20 proc. wyższe niż w przypadku zastosowania tradycyjnego taboru; w przypadku częściowego wykorzystania infrastruktury trolejbusowej – koszty byłyby większe o ok. 16 proc. od tradycyjnego taboru).



Fot. Volvo Polska

RODZAJE NAPĘDÓW A SPOSOBY ŁADOWANIA POJAZDÓW

5. Rodzaje napędów a sposoby ładowania pojazdów

Jednym z kryteriów wyboru traktacji przez firmy przewoźnicze, oprócz ceny pojazdu oraz ceny paliwa do jego zasilania, jest sposób ładowania/tankowania pojazdu. Ma to kolosalne znaczenie dla łatwości eksploatacji i długości życia napędu. Istotna jest oczywiście cena paliwa, ale ważne jest także to, czy przewoźnik ma na tyle obszerną bazę, by pomieścić na swoim terenie np. stację serwisową i ładowania, na której wymienia się baterie zużyte na pełne (jak w Jaworznie), czy może z braku miejsca postawi na nocne ładowanie ładowarką plug-in na powietrzu. Z kolei w przypadku wyboru napędu gazowego (CNG lub LNG) konieczne jest wygospodarowanie miejsca do składowania gazu, spore nakłady ponosi się też na osiągnięcie wysokich standardów bezpieczeństwa zbiorników i otoczenia – są one wyższe niż w przypadku utrzymywania stacji benzynowej z olejem napędowym. Jednocześnie istnienie stacji benzynowych na bazach przewoźników skłania ich do szukania rozwiązań z pogranicza elektromobilności i tradycyjnego napędu Diesla.

5.1. Autobusy hybrydowe i infrastruktura wspomagająca

Oprócz całkowitej zmiany warunków serwisowych autobusy elektryczne wymagają innego sposobu ładowania/zasilania, a także przeszkolenia całej załogi przedsiębiorstwa w ich obsłudze. Jednocześnie wzrasta w Polsce zainteresowanie nowymi technologiami i niejednokrotnie miejskie przedsiębiorstwa transportowe kalkulują, jaki rodzaj napędu najlepiej odpowie na ich oczekiwania. Firmy zdają sobie sprawę z niebywałej okazji, jaką jest finansowe wsparcie dla elektromobilności ze strony instytucji unijnych i rządowych. Wynosić ono może nawet 85 proc. kwalifikowanej kwoty zakupu, ale trzeba mocno podkreślić, że późniejsze amortyzowanie zakupu spoczywa już na barkach przewoźnika, podobnie jak wszelkie prace serwisowe przy stacjach ładowania, ich rozwój itd. Z tego powodu przez część przewoźników, zazwyczaj w średnich i małych miastach, pożądane są napędy nieskomplikowane i tanie w późniejszej eksploatacji, a także sprawdzone przez innych użytkowników. Również samorządy chcą mieć pewność, że flota nowych

pojazdów nie obciąży miejskiego budżetu w przyszłości zbyt mocno. Zakup autobusów z mieszanym napędem spalinowo-elektrycznym wydaje się dla nich złotym środkiem.

W przypadku autobusów hybrydowych dodatkowa infrastruktura ładowania zazwyczaj nie jest potrzebna, ponieważ głównym napędem autobusu pozostaje – jak dotychczas – silnik spalinowy napędzany olejem napędowym pochodzącym z tradycyjnej stacji tankowania. W nowoczesnych hybrydach dieselski motor służy jednak nie do bezpośredniego napędzania pojazdu, a do zapewnienia energii silnikowi elektrycznemu, które pełnią właściwą rolę napędową. Energia do ich napędu gromadzona jest w superkondensatorach, a dodatkowo zbierana jest podczas hamowania autobusu w procesie odzyskiwania energii. Najnowsze inwestycje w takie autobusy poczynił Mobilis wykonujący przewozy na zlecenie ZTM Warszawa (61 hybrydowych pojazdów MAN), dokonała ich także Jelenia Góra – tamtejsze MZK zakupiło trzy hybrydy wyprodukowane we wrocławskiej fabryce Volvo. Zaznaczmy, że dla tego typu hybryd dodatkowa infrastruktura wspomagająca istniejąca w pojazdach silnik elektryczny nie jest potrzebna. Natomiast obecnie niektóre firmy wprowadzają rozwiązania dla autobusów hybrydowych, które wymuszają stosowanie dodatkowej infrastruktury ładującej.

Wiąże się to ze zwiększeniem roli silnika elektrycznego względem silnika Diesla (dotąd to silnik spalinowy dominował w hybrydach). Takie rozwiązanie może mieć zastosowanie w strefach zeroemisyjnych, gdzie użycie nawet stałobrotowego silnika spalinowego może nie być możliwe z uwagi na (nawet bardzo niewielki w tym wypadku) hałas lub wymóg zeroemisyjności. Większe użycie elektrycznych komponentów napędowych wymaga jednak instalacji masztów w miejskiej infrastrukturze. Volvo Buses, które sprzedaje takie autobusy, zapewnia, że dla prowadzenia przewozów tego typu autobusem wystarczy ulokować maszty na pętlach. Zdaniem producenta wystarczy 6 minut ładowania, aby hybryda była w pełni gotowa pokonać kilkunastokilometrowy odcinek trasy w mieście.

Po raz pierwszy w Polsce taki system zastosowany będzie w Inowrocławiu, dokąd Volvo Buses dostarcza 8 autobusów Volvo Electric Hybrid. Przedsiębiorstwo komunikacji miejskiej z Inowrocławia zamawia jednocześnie 8 autobusów całkowicie elektrycznych, a infrastruktura – maszty i stacja ładowania na zajezdni – będzie służyć wszystkim pojazdom. Z pewnością Inowrocław stanie się swoistym poligonem doświadczalnym dla tego typu mieszanego zastosowania – tym bardziej, że w tym mieście po raz pierwszy staną ładowarki z odwróconym pantografem. Oznacza to w skrócie, że za ładowanie autobusu będzie odpowiedzialny pantograf obniżający się z masztu w kierunku autobusu, a nie wożony na jego dachu. Tę technologię opisujemy szerzej w dalszej części raportu poświęconej ładowaniu autobusów elektrycznych za pomocą szybkich ładowarek na pętlach.

5.2. Infrastruktura do ładowania autobusów elektrycznych na zajezdniach

W pełni elektryczne autobusy korzystają w Polsce z dwóch metod ładowania: plug-in na terenie zajezdni autobusowych oraz ładowania pantografowego, z którego pojazdy mogą korzystać w trakcie normalnej eksploatacji.

Ładowarki plug-in są w Polsce wszędzie tam, gdzie jeżdżą autobusy elektryczne. Są podstawowym źródłem mocy dla e-busów. Dostawcy pojazdów elektrycznych zazwyczaj przygotowują swoją ofertę dla miast, dołączając do kosztorysu stacje ładowania, czego czasami oczekują zamawiający. W innym wypadku zamawiający sam organizuje przetarg na ich dostawę (o tym poniżej). W zależności od możliwości sieci elektrycznej mogą to być stacje o różnych parametrach i mocach ładowania, a co za tym idzie – o różnym czasie uzupełniania baterii. Autobus podłączany jest do takiej stacji przewodem i następuje ładowanie. O wartości prądu dostarczanego do baterii autobusu decyduje układ nadzorujący zwany BMS – Battery Management System. Przekazuje on systemowi sterowania zadaną wartość prądu. Ładowarka jest odpowiedzialna za regulację tego prądu na zadanym poziomie. Zaletą ładowarek zajezdniowych o stosunkowo niskiej mocy (40 kW) jest brak konieczności przebudowy układów energetycznych. Taką ładowarkę można podłączyć do sieci za pomocą standardowego gniazdka trójfazowego.

W Warszawie, w zajezdni Woronicza, przy okazji zakupów 10 elektrycznych Solarisów, stanęły dwie ładowarki prądu stałego plug-in zbudowane przez polskiego producenta Ekoenergetyka. Pierwsza z nich – o mocy 40 kW – jest tzw. ładowarką podstawową i służy do ładowania wolnego, które odbywa się zazwyczaj w nocy i trwa od 4 do 5 godzin. Druga ładowarka jest dwufunkcyjna i oprócz ładowania wolnego pozwala także na ładowanie z mocą 120 kW, dzięki czemu czas pełnego ładowania skraca się do 2 godzin. Taki czas wystarcza na naładowanie

baterii o pojemności 208 kWh, w które wyposażono pierwsze elektryczne solarisy jeżdżące w stolicy. Warto zaznaczyć, że wszystkie ładowarki, które stanęły w bazie MZA, wyposażono we wtyki CCS Combo 2. Dzięki temu możliwe jest za ich pośrednictwem ładowanie także aut elektrycznych. W teorii pozwala więc to na komercyjne ich zastosowanie. W praktyce ich wykorzystanie na potrzeby samych autobusów jest bardzo duże⁵⁷.

Miejskie Zakłady Autobusowe, a także inne przedsiębiorstwa wykorzystujące autobusy elektryczne, dążą do takiego planowania obiegów pojazdów, aby mogły być one „tankowane” w nocy. Chodzi o korzyści finansowe, które płyną z korzystania z taryfy nocnej dostawców energii. To bardzo ciekawy aspekt działania elektrobusek. Wiele miast kalkuluje, czy zasięg pojazdów jest wystarczający (a więc czy odpowiednia jest pojemność baterii), aby autobusy bezproblemowo wykonywały komplet kursów przypisanych autobusom z silnikiem Diesla – wcale nie z obawy o to, że pojazd stanie na trasie (można go zastąpić innym autobusem), ale o konieczność skorzystania z kłopotliwej taryfy dziennej. Pobór prądu o dostawców takich jak Enea czy Tauron może być w godzinach 22-6 nawet dwukrotnie tańszy.

Na ten fakt zwróciło uwagę np. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Tarnowie, które krytycznie oceniło użycie elektrobusek w związku z tym, że niektóre autobusy w mieście pokonują dziennie nawet 300 km, podczas gdy zasięg testowanego tam Solarisa Electric wynosi maksymalnie 160 km. Tarnów nie chce korzystać z dziennej taryfy przy ładowaniu autobusów elektrycznych⁵⁸. To samo miasto zwraca uwagę na wielkie korzyści płynące z eksploatacji autobusów elektrycznych z ogniwami paliwowymi – zasilanych wodorem. Problem w tym, że nikt nie zbudował jeszcze stacji do tankowania takich autobusów (więcej na informacji na temat tego paliwa i szans jego użycia w Polsce w dalszej części niniejszego raportu).

O krok dalej w dziedzinie ładowania autobusów energią elektryczną idzie Jaworzno, które jest liderem elektromobilności w Polsce, jeśli chodzi o liczbę autobusów elektrycznych kursujących w przeliczeniu na jednego mieszkańca miasta. W końcu 2017 r. zakończono budowę stacji wymiany i ładowania baterii, gdzie znajduje się 8 stanowisk dla autobusów. Hala pozwala na natychmiastową wymianę baterii z próżnej na pełną, co sprawia, że pojazdy są niemal bez przerwy dostępne. Ponadto halę zaprojektowano w taki sposób, aby w trakcie wymiany

Koszt kWh w złotych w zależności od dostawcy energii i pory dnia (taryfa G12)

	Enea	Energa	PGE	Tauron	Innogy
Taryfa dzienna (6-22)	0,37 zł	0,34 zł	0,33 zł	0,37 zł	0,36 zł
Taryfa nocna (22-6)	0,17 zł	0,22 zł	0,21 zł	0,19 zł	0,31 zł

Źródło danych: Opracowanie własne

57. Raport „Autobusy niskoemisyjne w Warszawie”, prezentacja podczas X Konferencji Naukowo Technicznej Miasto i Transport 28.04.2016 w Warszawie, http://www.miaστοitranport.il.pw.edu.pl/4_MIT2016.pdf.

58. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/mpk-tarnow-przetestowalo-elektrobus-i-wylicza-wady-takiego-pojazdu-59229.html>.

baterii możliwy był przegląd stanu technicznego autobusu. W pierwszej fazie projektu wdrożenia elektrobusek zdecydowano się na skorzystanie z ładowarek produkcji Ekoenergetyki. Ładowarki plug-in pozwalają tam na ładowanie 1 proc. autobusowej baterii w ciągu dwóch minut. W drugiej fazie w hali zainstalowano 8 ładowarek (dla każdego stanowiska) zajezdniowych plug-in o mocy 90 kW każda. Ich dostawcą był warszawski Medcom. Producent pochwalił się, że przy ich budowie wykorzystał technologię SiC, czyli stosował komponenty wykonane z węgliku krzemu.

Warto zauważyć, że PKM Jaworzno przeprowadziło zakup autobusów i infrastruktury w taki sposób, że przetarg na ładowarki przygotowało niezależnie od przetargu na autobusy. Zdaniem przewoźnika pozwoliło to na osiągnięcie niższych kosztów zakupu infrastruktury.

Prawdopodobnie na halę ze stanowiskami do wymiany akumulatorów zdecyduje się również Warszawa, która w planach do roku 2020 ma wprowadzenie na ulice miasta łącznie 160 autobusów elektrycznych. Zakłada się, że nowoczesne obiekty, które powstaną na terenie bazy autobusowej przy ul. Redutowej (jest nieczynna od 2013 r., a reaktywowana będzie w związku z projektem „elektrycznym”), będą posiadały hale podobne do tych z Jaworzna. Będą one potrzebne tym bardziej, że nowa hala przyjmie pierwsze warszawskie przegubowe autobusy elektryczne. Można je nazwać „wołami roboczymi” warszawskiej komunikacji – często przejeżdżają więcej kilometrów niż krótsze pojazdy, wymagana jest więc dla nich wysoka dostępność. Dlatego bardzo prawdopodobne jest, że zapadnie decyzja o ładowaniu nie autobusów, a akumulatorów, które będą wymieniane w pojazdach – tak samo jak w Jaworznie. Rzecz jasna będzie to wymagało zakupu dodatkowych kompletów akumulatorów i wygospodarowania miejsca do ich składowania. Obecnie warszawskie ładowarki plug-in, z których autobusy korzystają głównie w nocy, znajdują się na terenie zajezdni Woronicza.

Na pytanie, ile kosztuje ładowarka plug-in o mocy 90 kW, nie ma jednoznacznej odpowiedzi, ponieważ ceny wahają się w zależności od wielkości zamówienia i technicznego zaawansowania produktu. Trudno będzie jednak kupić ładowarkę plug-in tej mocy za kwotę niższą niż 100 tys. zł brutto za sztukę przy założeniu, że kupujemy ich kilka, choć trzeba zaznaczyć, że w pierwszych dużych przetargach na te urządzenia zamawiającemu z Jaworzna udało się uzyskać cenę niższą. Istnieją głosy z rynku mówiące, że w tym wypadku doszło do zniżenia ceny, jednak sąd nie potrafił tego stwierdzić głównie dlatego, że takich postępowań przetargowych w Polsce było dotąd niewiele (KIO odrzuciło skargę jednego z konkurentów)⁵⁹. Raport „Electric Buses in Cities” podaje z kolei, że średni koszt ładowarki zajezdniowej o mocy mniejszej niż 90 kW to koszt nawet 50 tys. dol., czyli około 190 tys. zł⁶⁰.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w Polsce działają dwie prężne firmy produkujące ładowarki i systemy zasilania przeznaczone do obsługi e-busów. To Ekoenergetyka i Medcom. Zarówno jeden, jak i drugi producent jest zdolny produkować całą gamę urządzeń potrzebnych do ładowania autobusów: od ładowarek zajezdniowych plug-in o mocy od 40 do 120 kW po ładowarki instalowane na pętach, o których mowa jest w następnym rozdziale. Obie firmy mocno rywalizują o zlecenia w kraju, niemalże nie dopuszczając do pojawienia się konkurencji spoza Polski. Ocena urządzeń przez nie oferowanych jest wśród przedsiębiorstw komunikacji miejskiej wysoka. Obie firmy są też coraz aktywniejsze za granicą, gdzie mają pierwsze sukcesy⁶¹.

Warto zwrócić uwagę, że w ofercie producentów znajdują się również ładowarki mobilne, które zazwyczaj wspierają proces ładowania autobusów elektrycznych podczas testów w miastach, w których nie ma odpowiedniej infrastruktury stałej. Takie ładowarki mogą też wspomóc proces ładowania w sytuacjach nagłych, takich jak np. awaria ładowarki zajezdniowej.

Szacunkowe ceny różnych typów ładowarek w Polsce i w Europie Zachodniej (kwoty brutto)

Typ ładowarki	Polska	Kraje Europy Zachodniej (np. Niemcy, Holandia, Francja)
Wolna ładowarka (40 kW – 90 kW) zajezdniowa plug-in	Od 100 000 zł do 150 000 zł	Ok. 190 tys zł
Szybka ładowarka zajezdniowa plug-in (od 120 kW do 200 kW)	Od 240 000 zł	Ok. 415 tys zł
Ładowarka pantografowa 200 kW (i więcej) z budową stacji transformatorowej	Od 350 tys. zł do 550 tys. zł	Ok. 850 tys zł
Ładowarka ładowania indukcyjnego	Brak danych	Ok. 1,5 mln zł

Źródło danych: Opracowanie własne

59. http://infobus.pl/jaworzno-wybiera-ladowarki-medcomu-ekoenergetyka-protestuje_more_92759.html.

60. Raport Electric Buses in Cities Driving Towards Cleaner Air and Lower CO₂, s. 34, <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>.

61. http://infobus.pl/ekoenergetyka-naladuje-autobusy-w-hamburgu-more_107493.html.

Standardem wtyczek stosowanych w Polsce do ładowania autobusów elektrycznych są wtyczki Combo 2 (skrót od Combine Charging System 2 – CCS 2). Jest to rozwiązanie dość typowe dla prądu stałego, ale nie jedyne. Obecnie trwają prace nad unifikacją standardów ładowania e-busów w Europie i wydaje się, że to właśnie wtyczki Combo 2 będą rekomendowane do powszechnego użycia⁶².

5.3. Ładowanie pantografowe. Sposoby i praktyka ładowania

Drugim powszechnie stosowanym sposobem ładowania autobusów elektrycznych jest ładowanie pantografowe. Stosowane jest ono równolegle z ładowaniem plug-in, ale nigdy samodzielnie, bez niego, choć zapewne byłoby to możliwe od strony technicznej.

Miasta decydują się na budowę masztów, z których doładować można autobus, z jednego powodu. Chodzi o doładowanie energią elektryczną pojazdu po to, aby nie był konieczny jego zjazd do zajezdni, a co za tym idzie, by nie wyeliminować go z ruchu rozkładowego. Przynosi to konsekwencje nie tylko w nadmiernym, nieefektywnym zużyciu pojazdu, ale negatywnie wpływa na wykorzystanie pracy kierowcy i prowadzi do większego zużycia baterii.

Nie wszystkie miasta decydują się na korzystanie z ładowarek na masztach od razu. Przykładem jest Warszawa, która kupując 10 pierwszych elektrycznych autobusów marki Solaris, zagwarantowała sobie możliwość instalacji na nich pantografów, jeśli zajdzie taka potrzeba. Miasto szybko dostrzegło zalety ładowania pantografowego i w prawie dwa lata od wyprodukowania Solarisów 12 Electric doposażono je w potrzebne urządzenia po to, by mogły być doładowywane na pętli Spartańska. W najbliższym czasie liczba ładowarek w Warszawie wzrośnie do 19.

Masztzy stawiane są zazwyczaj tam, gdzie autobusy kończą trasę, po to, by mogły one być ładowane w momencie, gdy kierowca ma przerwę. Muszą być lokalizowane w taki sposób, by kierowca, podjeżdżając pod maszt, dysponował prostym odcinkiem jezdni z równą nawierzchnią. Najazd autobusu musi być na tyle precyzyjny, by pantograf umieszczony na dachu autobusu, po podniesieniu, trafił od razu do ładowarki. Możliwe są jedynie kilkudziesięciocentymetrowe odchylenia od właściwej drogi podjazdu na boki, które mogą być skorygowane przez ruchomą automatyczną głowicę pantografu. Stosuje się rozmaite metody sygnalizowania kierowcy miejsca, gdzie ma się zatrzymać. Mogą być to oznaczenia na jezdni (malowanie pasów), pomóc może też kamera na dachu pojazdu. Warto podkreślić,

że jesteśmy już po pierwszych udanych testach pełnej automatyzacji procesu podjazdu pod ładowarkę. Takie rozwiązania techniczne w swoich semiautonomicznych autobusach zamierza wdrażać seryjnie Volvo.

Kierowca podnosi pantograf do ładowarki za pomocą przycisku na pulpicie. Na tym samym pulpicie otrzymuje komunikat o połączeniu pantografu z ładowarką oraz widzi zaawansowanie procesu ładowania prezentowane w podobny sposób, w jaki telefony komórkowe informują nas o stanie napełnia baterii.

Maksymalna moc ładowarek pantografowych jest zdecydowanie wyższa od zajezdniowych plug-in i może wynosić do 300 kW. Dla przykładu w Krakowie zdecydowano się na 250 kW w masztach, w Jaworznie – na 180 kW, w Zielonej Górze – na 200 kW z możliwością zwiększenia mocy do 400 kW, w Warszawie wybrano standard 200 kW. W tym miejscu warto zaznaczyć, że poza Polską odbyły się udane próby montażu masztów z ładowarkami nawet 600 kW. Stanęły one we francuskim mieście Nantes, a zbudował je koncern ABB, którego spora część ma siedzibę w Łodzi⁶³.

Ciekawe są dane udostępnione przez MZA Warszawa. W październiku 2017 r. dokładnie wyliczono pobór mocy i jego efekt. Okazało się, że w 10 i pół minuty, pobierając prąd z ładowarki o mocy 200 kW, osiągnięto 11-12-procentowe uzupełnienie baterii o pojemności 208 kWh, pobierając przy tym 25,2 kWh prądu. Pracownicy MZA mają dostęp do danych na temat naładowania autobusu poprzez aplikację, która przekazuje dane w czasie rzeczywistym⁶⁴.

Systemy ładowania z masztów budują w Polsce firmy Ekoenergetyka i Medcom, a do grona producentów takich urządzeń dołączyła w 2018 r. krakowska firma EC Engineering. Dzięki pomocy środków finansowych z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju zbudowała ona nowatorski pantograf i urządzenie dokujące. W przeciwieństwie do innych rozwiązań to stworzone przez EC oszczędza czas potrzebny na ładowanie, ponieważ pantograf sam podnosi się do stacji umieszczonej na maszcie już w trakcie jazdy (urządzenia „wiedzą” o sobie dzięki sygnałowi wi-fi), a „trafienie” w nią jest proste dzięki charakterystycznemu kształtowi rynny dokującej. Jest ona szeroka u najazdu i wąska przy wylocie. Jak zapewnia producent, który szuka dla urządzenia klientów, jest ono wysoce niezawodne w każdych warunkach pogodowych i może być instalowane na łukach, jeśli tylko odpowiednio wymodelujemy rynnę odbiornika pantografu.

Istnieją pewne ograniczenia przy budowie ładowarek poza zajezdniami. Wadą urządzeń ulokowanych na masztach jest to, że nie mogą być zasilane z przyłączy energetycznych niskich napięć – takich jak w przypadku systemów plug-in w zajezdniach. W prawie każdym przypadku konieczna jest ingerencja w istniejącą sieć energetyczną i niezbędna okazuje się budowa dodatkowych stacji transformatorowych, tak jak w przypadku Jaworzna, gdzie w ramach osobnego przetargu wymagano

62. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/czy-jeden-standard-ladowania-elektrobusow-to-dziejowa-koniecznosc-56629.html>.

63. <http://elektrowoz.pl/transport/abb-ma-ladowarki-600-kw-beda-dzialalaj-w-nantes-francja/>.

64. <http://www.warszawa.pl/miasto/elektromobilnosc-w-miejskich-zakladach-autobusowych-w-warszawie/galeria/elektromza-page1/>.

dostaw i instalacji dwóch takich obiektów. Za obie zapłacono łącznie ponad 1,1 mln zł brutto. Warto dobrze przemyśleć lokalizację ładowarki. Jak podkreśla MPK Kraków, wyznaczenie dobrego miejsca pod stanowisko ładowania z masztem jest kluczowe, „bo papierkowa robota związana z ich wybudowaniem zajmuje minimum półtora roku”⁶⁵.

Warto w tym miejscu poświęcić kilka słów na opisanie problemu, z jakim zderzyły się Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie przy okazji nabycia partii 10 autobusów elektrycznych marki Ursus. W październiku 2017 r., gdy pierwsze pojazdy zaczęły docierać do operatora, okazało się, że nie będą one mogły być ładowane z masztu, który służy już 20 Solarisom 12 Electric. Ta wpadka skutkuje tym, że przedsiębiorstwo musiało liczyć się z dodatkowymi wydatkami na zakup innej ładowarki przystosowanej do Ursusów. Miała ona stanąć na pętli przy ul. Konwiktorskiej. Takie mnożenie liczby urządzeń zasilających jest jednak dalece niepożądane⁶⁶.

W nieco lepszej sytuacji znajdują się miasta, które eksploatują sieć tramwajową lub trolejbusową. Do zasilania ładowarek szybkich można wykorzystać prąd z sieci trakcyjnej, która dzięki stacjom prostownikowym zasilana jest już ze średnich napięć. Takie ładowarki, w odróżnieniu od posiadających własne stacje, są jednak podatne na zmianę zakresu napięć (sieć trakcyjna pracuje przede wszystkim dla tramwajów lub trolejbusów, a napięcie w sieci zmienia się np. w związku z dużą liczbą pojazdów na danym jej odcinku). Potrzebne są więc ich dodatkowe modyfikacje i zabezpieczenia⁶⁷. Na chwilę obecną jedyna ładowarka tego typu działa w Krakowie. Umiejscowiona jest przy ul. Pawiej, naprzeciwko Dworca Głównego. Ma moc 140 kW.

Drugim ośrodkiem, który zdecydował się na podobne rozwiązanie, jest Gdynia. 6 autobusów elektrycznych, które kupi miasto, będzie poruszać się częściami, gdzie już jeżdżą trolejbusy, ponieważ ładowane będą z wykorzystaniem prądu z sieci trakcyjnej.

Technologiczne zalety nowoczesnego taboru, który trafi do Gdyni, pozwolą na planowanie rozwoju komunikacji bez potrzeby inwestowania w sieć ładującą poza obrębem sieci trolejbusowej. Miasto podkreśla, że pozwoli to na planowanie rozwoju komunikacji bez potrzeby inwestowania w sieć ładującą poza obrębem sieci trolejbusowej⁶⁸.

Stosowany w Polsce system ładowania pantografowego (Opp Charge) polega na wysuwaniu pantografu z autobusu i łączeniu go z umieszczoną na maszcie ładowarką. W Polsce takie rozwiązanie pojawiło się w Rzeszowie (2 szt.), Inowrocławiu (4 szt.) i Grudziądzu (2 szt.). W systemie tym to z masztu wysuwa się pantograf, który styka się z urządzeniem pobierającym prąd na dachu autobusu. Parametry prądowe przy tym pozostają takie same. Rozwiązanie to jest coraz popularniejsze na zachodzie Europy.

Wśród jego zalet należy wymienić lepsze wykorzystanie pantografów przy ograniczeniu ich liczby (znajdują się one jedynie na masztach, a nie na każdym autobusie), co pozytywnie wpływa na finansową część projektu, a przy tym zmniejsza się waga autobusu, co przekłada się na wzrost jego zasięgu. System w takiej wersji jest zupełnie bezobsługowy dla kierowcy.

Takie rozwiązanie zostało opracowane m.in. przez Volvo i ABB. Zdaniem producenta autobusów jego największą zaletą jest otwarta architektura, która oznacza, że mogą z niego korzystać także inne pojazdy oraz zmniejszenie wagi autobusu oraz ograniczanie kosztów związanych z brakiem konieczności montowania pantografów na wszystkich pojazdach. Zaproponowane przez firmy rozwiązanie z założenia może być w pełni zintegrowane z przystankiem autobusowym. Same urządzenia do ładowania znajdują się poza przystankiem w zabezpieczonej szafie, która podziemną instalacją połączona jest z wysięgnikiem z którego opuszczany jest pantograf. Sam proces ładowania jest w pełni zautomatyzowany i wymaga jedynie zatrzymania autobusu w odpowiednim miejscu.

Rozwiązanie ma też swoją wadę: w sytuacji awarii pantografu z korzystania z ładowania na pętli wyłączona jest cała flota pojazdów. Producent tych urządzeń zapewnia jednak o jego bardzo wysokiej niezawodności⁶⁹.

Bez wątpienia złą stroną pobierania prądu do akumulatorów autobusów elektrycznych z ładowarek pantografowych jest koszt takiego prądu. Autobusy na pętlach doładowywane są w razie konieczności w ciągu dnia, co zmusza przewoźników do korzystania z tzw. taryfy dziennej. O finansowych konsekwencjach takiego działania pisano w niniejszym raporcie wcześniej.

Na koniec warto podkreślić, że budowane w Polsce ładowarki pantografowe działają zgodnie z europejskim otoczeniem prawnym. Techniczne specyfikacje ładowania e-busów prądem stałym określają normy 61851-23 oraz 61851-24. Systemy w poszczególnych miastach działają w oparciu o normy komunikacji DIN.

5.4. Ładowanie indukcyjne i zastosowanie wodoru

Innym ze spotykanych sposobów dostarczania energii do autobusu elektrycznego jest bezprzewodowe ładowanie indukcyjne. Znanym przykładem tego typu ładowarki jest Primove firmy Bombardier. Ma on szerokie zastosowanie zarówno na odcinkach linii tramwajowych, gdzie niewskazane jest budowanie sieci napowietrznych, jak i, w nieco zmienionej formie,

65. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/jak-krakow-rozwija-swoja-flote-autobusow-elektrycznych-58387.html>.

66. <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,22581260,ladowarka-pradu-nie-pasuje-do-elektrycznych-autobusow-ktore.html>.

67. W. Kobos, P. Chudził, Dostarczanie energii do autobusu elektrycznego, „Autobusy” 1-2 2017. Dostęp: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-e644c368-572f-4661-8540-67bd656c9fa1>.

68. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/gdynia-z-autobusami-elektrycznymi-w-ladowaniu-pomoze-siec-trolejbusowa-58707.html>.

69. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/abb-ladowanie-autobusow-elektrycznych-wymaga-jednolitego-standardu-57175.html>.

w autobusach elektrycznych. Jest to system indukcyjnego przekazywania energii o mocy 200 kW, który stosowany jest z powodzeniem od kilku lat do ładowania autobusów elektrycznych Solaris Urbino w niemieckim mieście Brunszwik. Nie ma w tym wypadku bezpośredniego połączenia między autobusem a infrastrukturą. Po najechaniu na wbudowaną w jezdnię niewielką metalową platformę znajdującą się np. w zatoce autobusowej pojazd wypuszcza do jezdni płytę z elektromagnesami (którą jednak nie dotyka podłoża) i oba urządzenia działają na zasadzie pola magnetycznego. Istnieją coraz ciekawsze metody wykorzystania tej technologii. Szwedzi w Göteborgu chcą iść o krok dalej i stworzyć odcinek drogi naszpikowany płytami podobnymi do tych produkowanych przez Bombardiera. Dzięki temu autobus mógłby się ładować, będąc w ruchu⁷⁰.

W Polsce nie ma obecnie wielkiego zainteresowania tą technologią – panuje powszechne przekonanie, że wymaga ona wysokiej kultury technicznej w utrzymaniu, a także istnieje obawa przed właściwym działaniem systemu w czasie opadów śniegu lub deszczu, choć producent tego rozwiązania zapewnia, że problem taki nie istnieje. Z pewnością jest to opcja do rozważenia w miejscach, w których budowa masztów może być kłopotliwa (zabytkowe centra miast), a znajdują się tam przystanki końcowe. Wymaga ona jednak „uzbrojenia” autobusu w znajdujące się pod podłogą urządzenia komunikujące się z infrastrukturą w jezdni. Równoczesne stosowanie innych urządzeń do innego typu ładowania w takim e-busie nie jest raczej możliwe ze względu na rosnącą wagę pojazdu ograniczającą masę użytkową.

Polscy producenci autobusów – Solaris i Ursus Bus – mają już w swojej ofercie autobusy elektryczne z ogniwami paliwowymi

Autobus ładowany pantografem opuszczanym ze specjalnego wysięgnika



Grafika: Volvo Polska

napędzane wodorem. Solaris rozpoczął ich produkcję kilka lat temu i ma już pierwszych klientów na te pojazdy; dwa z nich jeżdżą w Hamburgu w ramach rozkładowych kursów komunikacji miejskiej na linii 109. Ursus natomiast wyprodukował jeden wodorowy pojazd pokazowy, który nie miał wielu okazji do rozwinięcia skrzydeł. Powód jest prosty: w Polsce stacji tankowania wodorem zarówno pojazdów indywidualnych, jak i użytkowych nie ma.

Na zalety paliwa wodorowego od lat zwracają uwagę naukowcy i technicy. Należy do nich krótkie, trwające maksymalnie od 6 do 10 minut tankowanie pełnego baku autobusu, co daje zasięg 350-400 km, czyli nawet więcej, niż potrzeba pojazdowi komunikacji miejskiej w jednodniowej eksploatacji. Na dodatek produktem spalania jest tylko woda. Dlaczego więc metoda ta nie upowszechniła się?

Problemem były właśnie stacje paliwowe. Wodór w stanie niemal w 100 proc. czystym stanowi paliwo trudne w transporcie i wymagające w składowaniu. Obecnie jednak wiele problemów z tym związanych udało się pokonać i dziś w Europie w kilku miastach istnieją stacje tankowania przeznaczone dla pojazdów użytkowych. Wzorcową stacją tego rodzaju stoi w Hamburgu.

Tankowanie z takiej stacji przebiega bardzo podobnie do tankowania zwykłego oleju napędowego. Operator tankowania (zazwyczaj kierowca) nie potrzebuje żadnych dodatkowych zabezpieczeń. Podłącza on odpowiedni przewód zabezpieczony zaworem do autobusu, loguje się w systemie i za pomocą przycisku na dystrybutorze rozpoczyna tankowanie.

W kwietniu 2018 r. pierwszą deklarację budowy stacji napełniania wodorem z przeznaczeniem dla autobusów miejskich złożyła Grupa Lotos. Paliwowy potentat planuje budowę instalacji oczyszczania oraz stacji dystrybucji i tankowania wodoru w Gdańsku. Zakłada on realizację dostaw wodoru do napędu pojazdów z ogniwami paliwowymi, ale nie dla autobusów gdańskich, lecz dla gdyńskich.

Szacuje się, że jeśli Gdynia zdecydowałaby się na wymianę wszystkich 92 autobusów na pojazdy wodorowe, wówczas spalałyby one ilość wodoru równoważną 3,5 dnia pracy instalacji wodorowych rafinerii, czyli około 1 proc. produkcji. Wodór dla ogniw musi mieć niemal doskonałą czystość 99,999 proc. (czyli tzw. pięć dziesiątek). Na razie jest za wcześnie, by mówić

70. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/volvo-testuje-elektryczny-autobus-przyszlosci-ladowany-z-jezdni-2456.html>.

o szczegółach technicznych gdańsko-gdyńskiej inwestycji. Wiadomo, że zainteresowanie autobusami z ogniwami paliwowymi wyraziła także spółka Gdańskie Autobusy i Tramwaje. Myśli ona o pozyskaniu z pomocą środków unijnych trzech autobusów, które przechodziłyby na trójmiejskich ulicach swoisty test ruchowy. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ma przyczynić się do powstania autobusu, który mógłby jeździć po Gdańsku⁷¹.

Osobny projekt z przeznaczeniem dla aut indywidualnych ma być pilotowany przez Instytut Transportu Samochodowego. W ramach projektu Hydrogen Infrastructure for Transport do 2030 r. przy głównych szlakach transportowych w Polsce ma zostać rozmieszczonych 30 stacji tankowania wodorem, co ma kosztować ok. 12-15 mln euro. Małe są szanse na otwarcie choćby pilotażowych stacji do 2020 r., niemal żadne – na budowę do tego czasu specjalnych stacji dla potrzeb komunikacji miejskiej. Brakuje zarówno stacji, jak i paliwa, a także potrzebnych atestów i pozwoleń oraz wyznaczenia ram eksploatacyjnych dla autobusów z ogniwami wodorowymi. W Polsce nie odbywały się dotąd nawet testy autobusów z ogniwami paliwowymi napędzanymi wodorem⁷².

Tu jednak też pojawiają się kłopoty, o których w tarnowskim podsumowaniu nie wspomniano, a czego efektem jest mała popularność tego napędu. Wodór jest trudny w transporcie i przechowywaniu. W Polsce nie ma dziś ani jednej stacji tankowania tym paliwem, poza Polską w Europie jest ich kilkadziesiąt. Być może impuls do szerszego stosowania wodoru na Starym Kontynencie przyjdzie z Indii, gdzie koncern Tata otwiera fabrykę pojazdów napędzanych wodorem. M.in. w związku z tym faktem rozważany jest zakup prawie 1000 autobusów z ogniwami paliwowymi dla komunikacji miejskiej w stołecznym Delhi⁷³.

5.5. Wybór odpowiedniej strategii ładowania

Wybór odpowiedniej strategii ładowania floty elektrobusowej jest kluczowy, bo należy go dokonać, zanim przewoźnik zainwestuje w tego rodzaju tabor. Potem trudno go zmienić, bo to od niego zależy konstrukcja autobusów, wielkość i rodzaj baterii, a także zapotrzebowanie na infrastrukturę towarzyszącą.

Miasta realizujące dziś w Europie projekty związane z elektromobilnością zwykle decydują się na ładowanie autobusów wyłącznie na zajezdni lub na model łączony, tzn. ładowanie zajezdniowe i doładowywanie na krańcach linii. Inne kombinacje, w tym uwzględniające doładowywanie na przystankach, są rzadziej spotykane.

Na wybór konkretnej strategii ma wpływ wiele czynników. Oczywistymi są wielkość floty elektrobusowej, możliwość zbudowania odpowiedniej infrastruktury czy planowany sposób finansowania działalności, ale w niektórych przypadkach wpływ na to mają także np. uwarunkowania geograficzne i topograficzne miasta.

Raport przygotowany przez Bloomberg New Energy Finance⁷⁴ wylicza wady i zalety czterech podstawowych strategii ładowania autobusów elektrycznych: wolnego ładowania wyłącznie na zajezdni, ładowania zajezdniowego i szybkiego ładowania na końcach pętli, szybkiego ładowania na końcach pętli i doładowywania na przystankach oraz ładowania w zajezdni i korzystania z pantografu w czasie jazdy. Dla każdego z tych sposobów autorzy szacują koszty infrastruktury, potrzeby dotyczące baterii, całkowite koszty funkcjonowania floty i łatwość w stworzeniu i zarządzaniu nią (feasibility).

5.5.1. Ładowanie zajezdniowe

Koszty infrastruktury są stosunkowo niewielkie, bo system potrzebuje tylko ładowarek zajezdniowych. Z drugiej strony autobusy w tym modelu potrzebują baterii o dużej łącznej pojemności, by umożliwić im one kursowanie przez cały dzień. To powoduje nie tylko wysoką cenę kupowanych autobusów i późniejszej wymiany baterii, ale też ograniczenie miejsca dla pasażerów. Całkowity koszt takiego modelu jest średni. Wysoką cenę baterii równoważy tani prąd zużywany w nocy. Wolne ładowarki są też bardziej efektywne.

To najbardziej popularny, bo najprostszy do zastosowania model. Należy jednak pamiętać, że im większa flota, tym trudniej zapewnić w zajezdni miejsce do ładowania wszystkich autobusów w tym samym czasie. Brak możliwości ładowania na trasie może być kłopotliwy, gdy zajezdnia jest położona daleko od rejonu pracy autobusów i w sytuacjach niespodziewanych, np. korków.

5.5.2. Ładowanie zajezdniowe i szybkie ładowanie na krańcach

Ten model chce zastosować Warszawa, która dziś ma jedną szybką ładowarkę, a planuje postawić ich aż 19 w różnych punktach miasta. Koszt infrastruktury jest średni, bo system wymaga już dwóch rodzajów ładowarek, z czego jeden jest instalowany poza zajezdnią. Średni jest też koszt baterii, bo dzięki doładowywaniu na pętli nie muszą być one tak duże, by gwarantować pracę przez cały dzień. Średni jest też całkowity koszt

71. raport Paliwa Alternatywne w komunikacji miejskiej. „Elektromobilność i gazomobilność” PKPA 2018, s.14

72. <https://businessinsider.com.pl/motoryzacja/stacje-tankowania-wodorowego-w-polsce-komentarz-its/mr07j8d>.

73. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/delhi-chce-kupic-tysiac-elektrobusow-sad-ma-inne-zdanie-59349.html>.

74. Electric Buses in Cities. Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2. <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>.

funkcjonowania floty, bo autobusy wciąż opierają się na tanim prądzie, który równoważy wydatki na dodatkową infrastrukturę.

Ten model jest bardziej skomplikowany, bo wymaga inwestycji również poza zajezdnią. Wymaga też decyzji, czy szybkie ładowarki na końcach linii mają mieć formę plug-in, czy jednak pantografową lub indukcyjną. Jest wymagający również logistycznie, bo trzeba dbać, by na pętlach przy szybkich ładowarkach nie tworzyły się zatory. Autobusy, które z zasady nie muszą mieć baterii o pojemności na cały dzień, mogą w szczególnych przypadkach wymagać rezerwy w postaci dodatkowych pojazdów.

5.5.3. Ładowanie na pętlach i doładowywanie na przystankach

Koszt takiego modelu, w którym infrastruktury do ładowania w ogóle nie ma na zajezdniach, jest wysoki, bo to właśnie technologia pantografowa – a w tym przypadku jest ona podstawą ładowania – jest jednym z najdroższych dziś elementów systemu. Jeśli zaś przewoźnik zdecyduje się na ładowanie indukcyjne, koszty rosną jeszcze bardziej. Wymaga on bardzo rozbudowanej dodatkowej infrastruktury – nie tylko na pętlach, ale też na przystankach. Oszczędności w tym przypadku należy szukać w bateriach, których koszt jest niewielki, bo nie muszą być duże. Siłą rzeczy autobus zyskuje na przestrzeni pasażerskiej. Całkowity koszt takiego modelu jest jednak bardzo wysoki – głównie z powodu wspomnianej infrastruktury, ale też z powodu niemożności korzystania z tanich taryf, jeśli chodzi o prąd.

Warto pamiętać, że ta strategia ładowania mocno ogranicza elastyczność floty autobusowej. Pojazdy mogą jeździć tylko na linii lub liniach, gdzie istnieje konieczna do tego infrastruktura. Im bardziej jest ona rozbudowana, tym pojedyncze koszty są mniejsze, ale na początku są bardzo wysokie.

5.5.4. Ładowanie zajezdniowe i pantografowe w czasie jazdy

Rzadko dziś spotykane rozwiązanie z pogranicza trolejbusów i autobusów elektrycznych (od trolejbusu różni się tym, że energia pozyskiwana z sieci trakcyjnej w czasie jazdy zasila baterie, a nie napędza bezpośrednio autobusu). Koszt infrastruktury jest wysoki, bo – podobnie jak w przykładzie wyżej – konieczna jest rozbudowana infrastruktura. Koszt baterii jest nawet wyższy, gdyż potrzebne są ogniwa o odpowiedniej pojemności. Całkowity koszt funkcjonowania floty jest jednak średni dzięki wykorzystaniu taniego prądu, a szczególnie dzięki szybkiemu rozkładowi kosztów początkowej inwestycji na pojedyncze autobusy.

Choć również ten model jest mniej elastyczny niż dwa pierwsze, to jednak dużo bardziej niż model trzeci. Przykładem może być Praga, gdzie takie rozwiązanie było koniecznością – baterie elektrobusesów szybko traciły zapasy energii przy podjazdach pod wzniesienia. Dlatego właśnie w tych miejscach zaplanowano sieć trakcyjną. Poza nimi elektrobuses korzysta z klasycznej baterii.

Tabela: Wady i zalety różnych strategii ładowania

Strategia ładowania	Zalety	wady
Tylko zajezdnia	Tanie, proste	Wymaga dużych baterii, wymaga pojemnej zajezdni
Zajezdnia/ładowanie na pętlach	Pozwala na dłuższe użytkowanie autobusów w ciągu dnia	Konieczność budowy infrastruktury poza zajezdnią, wymagający logistycznie
Ładowanie na pętlach/na przystankach	Wystarczą niewielkie baterie	Wysoki koszt użytkowania, związanie pojazdów z trasą, na której jest infrastruktura
Zajezdnia/pantograf w czasie jazdy	Możliwość korzystania z taniego prądu	Wysoki koszt budowy infrastruktury

Źródło danych: Opracowanie własne



Fot. Volvo Polska

KORZYŚCI Z ROZWOJU ELEKTROMOBILNOŚCI

6. Korzyści z rozwoju elektromobilności

Wśród podstawowych zalet autobusów z napędem elektrycznym wymienia się przede wszystkim brak emisji szkodliwych cząstek w miejscu użytkowania pojazdu, mniejszą emisję hałasu, niższe koszty wdrożenia względem innych form transportu elektrycznego, a także wysoką sprawność napędu elektrycznego przy znacząco niższych kosztach eksploatacji.

Z uwagi na to, że miasta w Polsce, ale i w innych krajach europejskich dopiero stawiają pierwsze kroki związane z eksploatacją elektrobusów, a ich produkcja nie odbywa się na masową skalę, trudno na razie mówić o jednoznacznych, twardych i uniwersalnych danych mających zastosowanie we wszystkich przypadkach. Poza tym wyniki z eksploatacji będą różne w zależności od zastosowanych rozwiązań (w kwestii np. baterii, zastosowania systemów dodatkowych i sposobu ich zasilania – choćby klimatyzacji czy ogrzewania), pory roku czy parametrów trasy. Można też zakładać, że wraz z upowszechnianiem się pojazdów elektrycznych producenci będą udoskonalać ich parametry. Niemniej jednak już teraz dane skłaniają do patrzenia na pojazdy z tym napędem z optymizmem.

6.1. Dlaczego elektrobusy?

Nie można nie zauważyć, że intensywny rozwój komunikacji publicznej w Polsce w ostatnich latach jest możliwy głównie dzięki środkom unijnym. Możliwość aplikowania o finansowanie zewnętrzne skłania samorządy do chętnego korzystania z różnych projektów i programów. Właściwie przynajmniej w dziedzinie transportu miejskiego zazwyczaj chętnych jest więcej niż dostępnych środków.

Należy założyć, że trend ten będzie się utrzymywać i komunikacja miejska w najbliższych latach będzie się zmieniać. Wynika to nie tylko z potrzeb transportowych związanych z rozwojem miast i aglomeracji, ale też z otoczenia prawnego. Jak można przeczytać w Europejskiej strategii na rzecz mobilności niskoemisyjnej, „transport odpowiada za prawie jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w Europie i jest główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza w miastach. Odpowiedzią

Europy na te wyzwania jest nieodwracalne przestawienie się na mobilność niskoemisyjną pod względem emisji dwutlenku węgla i zanieczyszczeń powietrza⁷⁵. Strategia stwierdza, że emisje z samochodów ciężarowych, autobusów i autokarów odpowiadają za ok. jedną czwartą emisji dwutlenku węgla w transporcie drogowym, a udział ten ma wzrosnąć o 10 proc.

Komisja Europejska zakłada, że należy podjąć działania zmierzające do ograniczenia w perspektywie do 2030 r. emisji gazów cieplarnianych w sektorze transportu o ok. 20 proc. względem roku 2008, a w perspektywie do 2050 r. – o co najmniej 60 proc. w porównaniu z poziomem z roku 1990 (odpowiada to ograniczeniu emisji o ok. 70 proc. względem poziomu z roku 2008). Aby osiągnąć ten ogólny cel, postawiono dziesięć celów szczegółowych. Jeden z nich zakłada „zmniejszenie o połowę liczby samochodów o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r.; eliminacja ich z miast do 2050 r.”⁷⁶.

Cele te mają przełożenie na przepisy krajowe. Zgodnie z ustawą o elektromobilności, o której szerzej piszemy w punkcie 8.1, udział autobusów zeroemisyjnych (w tym trolejbusów) ma wynosić co najmniej 5 proc. w 2021 r. i 20 proc. w 2025 r. Następnie udział ten ma wzrosnąć do 30 proc.⁷⁷ Z uwagi na wymogi ustawowe oraz w związku z programami promującymi zakup pojazdów nisko- i zeroemisyjnych, w tym elektrycznych, można założyć, że miasta chętnie będą sięgać po dostępne środki w celu wymiany taboru. Taki wniosek można wysnuć chociażby na podstawie programu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju związanego z bezemisyjnym transportem publicznym, o którym więcej w punkcie 8.4.1 niniejszego opracowania, a który prowadzony jest wspólnie z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. NCBR zaprosił do współpracy miasta zainteresowane zakupem nowych pojazdów. Na zaproszenie odpowiedziało 26 miast oraz Górnośląska-Zagłębiowska Metropolia, która zrzesza 41 samorządów. Wielkość zamówienia na bazie zapotrzebowania zgłoszonego przez samorządy określono na ponad 1000 pojazdów⁷⁸. Na zakup autobusów do 2023 r. NFOŚiGW przeznaczy kwotę w wysokości 2,2 mld zł, z czego bezzwrotne dofinansowanie sięgnie kwoty 1 mld zł⁷⁹.

6.1.1. Mniejsza emisja

W ostatnich latach obserwujemy zwiększenie świadomości społecznej w zakresie ekologii, zwłaszcza w aspekcie wpływu jakości powietrza na zdrowie i jakość życia. Istotnym problemem

75. Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej, Komisja Europejska, Bruksela, 20 lipca 2016 r.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0501>.

76. „Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej”, Komisja Europejska, Bruksela, 20 lipca 2016 r.: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e44d3c21-531e-11e6-89bd-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF.

77. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11 stycznia 2018 r.: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/U/D20180317Lj.pdf>.

78. Zakładka Bezemisyjny transport publiczny na stronie NCBR-u: <https://www.ncbr.gov.pl/programy/fundusze-europejskie/poir/emobility/> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

79. J. Dybalski, Miasta dostaną 2,2 mld zł z NFOŚiGW na zakup elektrobusów, 29 grudnia 2017 r., portal Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/miasta-dostana-22-mld-zl-z-nfosigw-na-zakup-elektrobusow-57265.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

zauważonym przez opinię społeczną i często goszczącym na łamach środków masowego przekazu jest smog, czyli zanieczyszczenie powietrza powstałe na skutek działalności człowieka przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych (znaczne zamglenie i bezwietrzna pogoda).

Wchodzące w skład smogu związki chemiczne i pyły stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka. W przypadku smogu najczęściej mówi się o emisji PM10, PM2,5 i tlenków azotu. PM10 to mieszanina zawieszonych w powietrzu cząstek o średnicy nie większej niż 10 µm, w tym bezno(a)pirenu. Ich występowanie jest związane m.in. ze spalaniem paliw stałych i ciekłych. Bardziej szkodliwa odmiana – PM2,5 – to pył zawieszony z cząstkami o średnicy nie większej niż 2,5 µm.

Polska znajduje się na szczycie listy państw mających problem z zanieczyszczeniem powietrza. Według Światowej Organizacji Zdrowia aż 33 z 50 miast unijnych o największym stężeniu pyłu PM2,5 znajduje się właśnie w Polsce. Listę otwiera Żywiec (rocznie około 44 µg/m³), a kolejne miejsca – z polskich miast – zajmują Pszczyna, Wodzisław Śląski, Opoczno, Sucha Beskidzka, Kraków, Nowy Sącz i Katowice⁸⁰.

Udział istotnych sektorów w emisji pyłu PM2.5 w roku 2016⁸¹

Udział istotnych sektorów w emisji PM2.5 w roku 2016	
Procesy spalania poza przemysłem	48,2%
Procesy spalania w przemyśle	19,6%
Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii	8,7%
Transport drogowy	7,3%
Inne pojazdy i urządzenia	6,6%
Procesy produkcyjne	4,5%
Inne	5,1%

Jak wynika z danych Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami, w skali całego kraju zasadniczym źródłem, stanowiącym 48 proc. emisji PM2.5 jest tzw. niska emisja związana

ze spalaniem pochodzącymi z kotłów i pieców w gospodarstwach domowych. W przypadku PM10 udział niskiej emisji wynosi 45,3 proc. Z tych względów największy problem ze smogiem występuje w sezonie grzewczym.

Tabela: Udział istotnych sektorów w emisji NOx w roku 2016⁸²

Udział istotnych sektorów w emisji NOx w roku 2016	
Transport drogowy	31,8%
Procesy spalania w procesie produkcji i transformacji energii	24,7%
Procesy spalania poza przemysłem	13,3%
Inne pojazdy i urządzenia	10,5%
Procesy spalania w przemyśle	9,7%
Rolnictwo	6,0%
Procesy produkcyjne	3,4%
Inne	0,6%

Transport drogowy odpowiada za 7,3 proc. emisji PM2,5, 4,9 proc. emisji PM10 i 31,8 proc. emisji NOx⁸³. Może wydawać się to w ogólnym zestawieniu niewiele, ale w poszczególnych miastach i aglomeracjach rzeczywisty udział komunikacji może być większy. Przykładowo w Warszawie 60-80 proc. zanieczyszczeń stanowi emisja pochodząca z komunikacji drogowej⁸⁴. Nie bez przyczyny też największe miejscowe przekroczenia emisji notują stacje pomiaru powietrza przy obciążonych ciągach komunikacyjnych.

Podstawowa zaleta związana z wprowadzaniem autobusów i samochodów elektrycznych to brak emisji związanej ze spalaniem paliw stałych w miejscu eksploatacji pojazdu. Napęd elektryczny nie wytwarza związków węglowodorowych ani cząstek stałych⁸⁵. Upowszechnienie tego typu pojazdów w sposób znaczący może przyczynić się więc do ograniczenia emisji notowanej przy ciągach komunikacyjnych. W dalszym ciągu będzie występowała emisja związana ze zużyciem klocków hamulcowych czy opon oraz powtórnym porwyaniem pyłów

80. pr. 33 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w UE są w Polsce. Raport WHO, 14 maja 2016 r.: <http://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2016-05-14/33-z-50-najbardziej-zanieczyszczonych-miast-w-ue-sa-w-polsce-raport-who/> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

81. B. Dębski (red.), Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2016 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE), styczeń 2018 r.

82. B. Dębski (red.), Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2016 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE), styczeń 2018 r.

83. B. Dębski (red.), Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2016 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE), styczeń 2018 r.

84. W. Urbanowicz, Warszawa: Za 60-80% zanieczyszczeń odpowiada transport drogowy, 15 stycznia 2017 r.: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-za-6080-zanieczyszczen-odpowiada-transport-drogowy-54015.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

85. K. Grzelec, D. Okrój, Perspektywy obsługi miast autobusami elektrycznymi na przykładzie Sopotu, [w:] „Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 11/2016.

z powierzchni jezdni⁸⁶, ale ta ma zdecydowanie mniejszy wpływ na zanieczyszczenie powietrza.

6.1.2. Cichsza i płynniejsza jazda

Zaletą bezpośrednio odczuwalną przez mieszkańców, jak i pasażerów elektrobusesów jest zauważalnie niższa emisja hałasu. Poziom hałasu emitowanego przez silnik elektryczny jest minimalny, zwłaszcza w porównaniu do silników spalinowych. Hałas autobusu elektrycznego podczas postoju wynosi ok. 63 dB i wiąże się przede wszystkim z pracą urządzeń pomocniczych, w tym klimatyzacji. Poziom hałasu w czasie jazdy wynosi 69 dB. Dla porównania – poziom hałasu autobusu napędzanego dieslem na postoju wynosi 80 dB, a w czasie jazdy – ok. 77 dB⁸⁷. Z kolei Solaris Bus & Coach, największy producent autobusów w Polsce, podaje, że poziom hałasu emitowanego przez autobusy elektryczne podczas ruszania z przystanku jest o 16 proc. niższy w porównaniu do autobusu spalinowego⁸⁸.

Poziom hałasu sprawdzany był też podczas szwedzkich badań⁸⁹ autobusu Ebusco 2.0. Autobus elektryczny podczas postoju – przy pomiarach wykonywanych tuż za autobusem, w rejonie rury wydechowej – emitował hałas nie większy niż 60 dB, podczas gdy w przypadku hybrydy poziom ten sięgał 90,2 dB, a autobusu spalinowego – 95,7 dB. W opracowaniu wyników są też przywołane badania amerykańskie, w czasie których testowano poziom hałasu autobusów przyspieszających od 0 km/h do 56 km/h. Sprawdzano trzy różne autobusy elektryczne, trzy różne diesle i trzy różne CNG. Średnia dla pojazdów elektrycznych wyniosła odpowiednio 62,8 dB i 65,5 dB, dla diesli – 72,0 dB i 71,2 dB, a dla autobusów CNG – 74,7 dB i 73,9 dB. Różnica tylko 6 dB jest odbierana przez ludzkie ucho jako 75-procentowe zmniejszenie poziomu hałasu. Autobusy elektryczne okazały się też o 4 dB cichsze od hybryd elektryczno-dieslowych przy rozpędzaniu się z 0 km/h do 30 km/h.

W oczywisty sposób niższy poziom hałasu oznacza większy komfort jazdy wewnątrz autobusu, zwłaszcza w okolicach silnika. Według danych firmy Solaris Bus & Coach poziom hałasu w tylnej części autobusu jest o 28 proc. niższy niż w przypadku autobusów spalinowych⁹⁰. Autobusy elektryczne przyczyniają się też do obniżenia zanieczyszczenia hałasem, co z kolei zwiększa komfort osób przebywających w pobliżu autobusów (pasażerów na przystankach, przechodniów) czy też mieszkańców

okolicznych budynków. W miastach to właśnie hałas drogowy jest dominującym źródłem hałasu. Jak pokazują mapy akustyczne Warszawy, w bezpośrednim otoczeniu ciągów komunikacyjnych z ruchem przelotowym długookresowy średni poziom hałasu kształtuje się przeważnie na poziomie 70-75 dB. Przy ciągach z ruchem lokalnym czy też z dominującą komunikacją miejską (Nowy Świat) jest niższy i wynosi zazwyczaj 65-67 dB. Według danych z 2012 r. obszar, w którym warunki związane z nadmierną emisją hałasu są określane jako niedobre, złe lub bardzo złe, obejmuje ok. 50 tys. lokali mieszkaniowych, w których zameldowanych było ok. 118 tys. osób⁹¹.

Silniki elektryczne sposób zwiększają komfort podróżowania także w jeszcze inny sposób. W klasycznych autobusach z silnikiem wysokoprężnym występuje problem drgań i wibracji, zwłaszcza na biegu jałowym, które przenoszone są na nadwozie. W elektrobusesach ten problem nie istnieje. Jak podaje Solaris Bus & Coach, redukcja drgań na siedzisku kierowcy wynosi 76 proc. w porównaniu do autobusu spalinowego⁹².

6.1.3. Elektromobilność bez kosztownej infrastruktury

Autobusy elektryczne, choć w tej chwili są droższe od zwykłych autobusów spalinowych, pozwalają na relatywnie tanie wprowadzenie do miasta transportu elektrycznego, nie wymagają bowiem bardzo drogich inwestycji w rozwój infrastruktury liniowej – nie jest konieczne budowanie, jak w przypadku tramwaju, torowiska z siecią trakcyjną i zasilaniem bądź, jak w przypadku trolejbusu, samej sieci trakcyjnej z zasilaniem. Elektrobusesy wymagają jedynie inwestycji punktowych w infrastrukturę ładowania, przy czym różne rodzaje baterii czy sposobów ładowania pozwalają na kształtowanie tej infrastruktury w zależności od potrzeb. Przy odpowiednio dobranych bateriach i parametrach trasy przewoźnicy mogą ograniczyć się wyłącznie do budowy np. zasilania na terenie zajezdni.

Z powyższej kwestii – braku konieczności zapewnienia infrastruktury liniowej – wynika też kolejna zaleta elektrobusesów, czyli większa ich elastyczność niż w przypadku tramwajów czy trolejbusów. W razie potrzeby autobusy elektryczne można skierować z łatwością na nowe trasy (z uwzględnieniem oczywiście możliwości baterii).

86. Główne źródła emisji pyłu do powietrza atmosferycznego i przegląd wskaźników emisji, Koło Naukowe Inżynierii Ochrony Powietrza: <http://www.kniop.agh.edu.pl/glowne-zrodla-emisji-pylu-do-powietrza-atmosferycznego-i-przeglad-wskaznikow-emisji/> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

87. K. Grzelec, D. Okrój, Perspektywy obsługi miast autobusami elektrycznymi na przykładzie Sopotu, [w:] „Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 11/2016.

88. Raport Analiza wpływu Solaris Bus & Coach S.A. na otoczenie gospodarcze, społeczne i środowisko naturalne z 2017 r.

89. S. Boren, L. Nurhadi, H. Ny, Preferences of Electric Buses in Public Transport; Conclusions from Real Life Testing in Eight Swedish Municipalities, [w:] „World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering”, vol: 10, No: 3, 2016 r.

90. Raport Analiza wpływu Solaris Bus & Coach S.A. na otoczenie gospodarcze, społeczne i środowisko naturalne z 2017 r.

91. Mapa akustyczna Warszawy: http://www.mapaakustyczna.um.warszawa.pl/pl/pdf/2017/POSH2013/Program%20ochrony%20%20rodowiska%20przed%20hałasem%20dla%20m.st.%20Warszawy_zalacznik%20nr%201.pdf [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

92. Raport Analiza wpływu Solaris Bus & Coach S.A. na otoczenie gospodarcze, społeczne i środowisko naturalne z 2017 r.

W miejscach, w których funkcjonuje już komunikacja tramwajowa bądź trolejbusowa, elektrybusy z instalacją pantografową mogą korzystać z istniejącej infrastruktury przewidzianej dla tramwajów i trolejbusów. Punkty do ładowania mogą być umieszczane w pobliżu istniejącej infrastruktury zasilającej – z tego rozwiązania korzysta chociażby Kraków czy Wiedeń. Pozwala to w jeszcze większym stopniu na ograniczenie niezbędnych inwestycji.

6.1.4. Elektrybusy zwiększają możliwości trolejbusów

Rozwój technologii bateryjnych pozwala też na zwiększenie możliwości istniejących systemów trolejbusowych. Wyposażenie trolejbusów w baterie (wówczas mówimy o tzw. duobusach bądź trolejbusach hybrydowych) pozwala na objęcie komunikacją odcinków pozbawionych sieci trakcyjnej – w miejscach, w których jej budowa nie jest uzasadniona. Z możliwości tej korzystają już polscy operatorzy sieci trolejbusowych, którzy zamawiają pojazdy przystosowane do obsługi odcinków bez sieci trakcyjnej (ostatnie zakupy pozwolą na obsługę odcinków o długości ok. 10-20 kilometrów bez zasilania).

Pojazdy bateryjne otwierają też drogę do uruchamiania systemów hybrydowych, różniących się proporcjami między trolejbusem a autobusem elektrycznym. Z tej możliwości skorzystała np. Praga, stolica Czech. W 2018 r. po 46 latach przerwy na nowo uruchomiono tam trolejbusy, przy czym sieć obejmuje jedynie 15 proc. trasy, czyli ok. kilometr. Tamtejsze przedsiębiorstwo komunikacyjne uznało, że połączenie możliwości, jakie dają współczesne baterie i sprawdzone rozwiązania trolejbusowe, z jednej strony znacząco zmniejsza wydatki niezbędne na rozwój odpowiedniej infrastruktury, a z drugiej – rozwiązuje problem ograniczeń, z jakimi wiąże się eksploatacja konwencjonalnych elektrybusów. Na ulicy, na której pojawiła się sieć trakcyjna, znajduje się wyraźne i długie wzniesienie, z którym dobrze radzą sobie konwencjonalne trolejbusy. Na korzyść praskiego rozwiązania przemawiał też fakt, że w dwóch miejscach trasy istnieje możliwość korzystania z sieci zasilającej tramwaje⁹³.

6.1.5. Sprawniejsza i tańsza eksploatacja

Wśród zalet autobusów elektrycznych wymienia się wysoką sprawność napędu elektrycznego, który dobrze sprawdza się w warunkach miejskich z dużą liczbą powtarzających się cykli ruszania, przyspieszania i hamowania. Układ napędowy pojazdu składa się z asynchronicznego elektrycznego silnika trakcyjnego, którego zadaniem jest przede wszystkim przetwarzanie energii elektrycznej na mechaniczną. Charakteryzuje się on prostą budową, niskimi kosztami eksploatacyjnymi oraz wysoką niezawodnością. Jedną z podstawowych zalet takiego silnika jest możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania, co poprawia sprawność energetyczną pojazdu. Wpływa to też na dłuższą żywotność elementów ciernych w układzie hamulcowym⁹⁴.

Kolejna zaleta to niższe koszty operacyjne – energia elektryczna jest bowiem tańsza niż pochodząca z oleju napędowego, przy czym na wyniki w różnych miastach wpływać będzie szereg czynników – topografia, liczba przystanków, charakter ruchu (miejski, podmiejski), średnia prędkość, obłożenie pasażerami, doświadczenie kierowców, klimat czy temperatura zewnętrzna. Przykładowo w Szwecji podczas wspomnianych już testów Ebusco 2.0 osiągnięto średnie zużycie energii przy temperaturach od -6 do +12 stopni Celsjusza na poziomie od 0,86 do 1,02 kWh/km, przy czym niższe zużycie zanotowano na spokojniejszych trasach podmiejskich. Producent założył natomiast maksymalne zużycie energii przy dużym obciążeniu pojazdu i temperaturach poniżej -20 stopni na poziomie 1,2 kWh/km. Ponadto średnie zużycie energii na ogrzewanie wyniosło 0,67 kWh/km (dla zastosowanego ogrzewania spalinowego na biodiesel przyjęto zużycie energii na poziomie 9,96 kWh/litr). Warto przy tym zaznaczyć, że zużycie energii było niższe, niż zakładały wcześniejsze symulacje, a wyniki wspierają tezę o niższych o jedną czwartą kosztach eksploatacji⁹⁵.

Jak wyliczały Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie, w 2015 r. Solaris Urbino 12 Electric obsługujący obciążoną linię nr 222 zużywał około 1,35 kWh energii na przejechany kilometr. Oznaczało to przy ówczesnie obowiązujących cenach, że przejazd 100 km kosztuje cztery razy mniej niż w przypadku autobusu spalinowego tego samego producenta (przy założeniu zużycia ok. 40 litrów ON na 100 km)⁹⁶. Po roku eksploatacji zużycie energii na trakcję i klimatyzację kształtowało się na poziomie

93. W. Urbanowicz, Trolejbusy wróciły do Pragi po 46 latach. Sieć o długości kilometra, 12 lipca 2018 r. [w:] portal Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/trolejbusy-wrocily-do-pragi-po-46-latach-siec-o-dlugosci-kilometra-59084.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

94. K. Grzelec, D. Okrój, Perspektywy obsługi miast autobusami elektrycznymi na przykładzie Sopotu, [w:] „Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 11/2016.

95. S. Boren, L. Nurhadi, H. Ny, Preferences of Electric Buses in Public Transport; Conclusions from Real Life Testing in Eight Swedish Municipalities, [w:] „World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering”, vol: 10, No: 3, 2016 r.

96. W. Urbanowicz, Dwa miesiące warszawskich elektrybusów: tanie i niezawodne, 8 września 2015 r., [w:] portal Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/dwa-miesiace-warszawskich-elektrybusow-tanie-i-niezawodne-50323.html>.

1,009-1,175 kWh/km⁹⁷. Jak podają MZA, zużycie energii elektrycznej na klimatyzację wynosi 25 proc. w okresie wysokich temperatur. Solarisy wyposażone są też w agregat grzewczy napędzany ON. Przy niskich temperaturach zużycie energii na ogrzewanie stanowi ok. 150 proc. zużycia energii na trakcję, co może niwelować zalety związane z niską emisją szkodliwych cząstek do atmosfery. MZA sugerują stosowanie przez producentów bardziej ekologicznych rozwiązań – np. klimatyzatorów wyposażonych w pompy ciepła zasilane energią elektryczną, wykorzystanie ciepła odpadowego, zastosowanie do zasilania agregatów grzewczych paliw ciekłych odnawialnych ze wskazaniem na czyste paliwa HVO lub BTL czy mieszaniny paliw – ON z dużym udziałem biopaliw⁹⁸.

Na początku 2018 r. MZA zweryfikowały powyższe dane. W przypadku Solarisów Urbino 12 Electric średnie zużycie energii elektrycznej na trakcję zostało określone na 1,03 kWh/

km. W okresie letnim przy temperaturach wynoszących od 18 do 36 stopni zużycie energii wynosi 1,26 kWh/km, w tym klimatyzacja odpowiada za pobór 0,23 kWh/km. W okresie zimowym przy temperaturach od -5 do -16 stopni zużycie energii wynosi 2,99 kWh/km. Spółka od września 2017 r. eksploatuje też dziesięć Ursusów CS2. Średnie zużycie wynosi w ich przypadku 1,0342 kWh/km⁹⁹.

Według symulacji firmy Solaris Bus & Coach koszt zakupu paliwa dla wszystkich 11 376 autobusów miejskich w Polsce (stan na 31 grudnia 2015 r.), przy założeniu średniego rocznego przebiegu 60 tys. km i zużyciu ON 44,85 litrów na 100 km, wynosi 1,02 mld zł rocznie. Taka kwota umożliwiłaby wybudowanie instalacji wiatrowych o łącznej mocy 144 MW, które zaspokoiłyby roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną dla 3973 autobusów elektrycznych¹⁰⁰.

Zużycie energii przez autobusy elektryczne od lipca 2015 r.

	07.2015	08.2015	09.2015	10.2015	11.2015	12.2015	01.2016	02.2016	03.2016	04.2016
Zużycie energii łącznie [kWh]	37 070	41 058	36 013	38 702	38 060	35 623	33 453	33 752	33 752	33 625
Przebieg [km]	34 191	34 934	34 931	38 357	36 718	34 574	29 356	32 979	35 409	33 751
Średnie zużycie energii* [kWh/100 km]	108,42	117,53	103,10	100,90	103,65	114,00	102,34	102,34	102,76	99,63
Ogrzewanie i klimatyzacja										
Klimatyzacja [kWh/100 km]	5,42	14,53	0,10							
Ogrzewanie [l]		329	2154	3257	3433	3975	3022,6	2544,3	808,56	
Ogrzewanie [l/100 km]			0,94	5,62	8,87	9,93	13,55	9,17	7,19	2,40
Ogrzewanie [kWh/100 km]			9,31	55,52	87,69	98,16	133,91	90,61	71,04	23,68
Zużycie energii z ogrzewaniem i klimatyzacją [kWh/100 km]	108,42	117,53	112,41	156,42	191,34	201,19	247,91	192,95	173,80	123,31

Źródło: J. Kuźmiński, R. Gogacz, T. Bartosiński, Doświadczenia w rocznej eksploatacji autobusów elektrycznych w Warszawie, [w:] „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” nr 7-8, 2016 r.

97. J. Kuźmiński, prezes Miejskich Zakładów Autobusowych w Warszawie. prezentacja „Autobusy niskoemisyjne w Warszawie” na X konferencji naukowo-technicznej Miasto i Transport 2016 r.

98. J. Kuźmiński, R. Gogacz, T. Bartosiński, Doświadczenia w rocznej eksploatacji autobusów elektrycznych w Warszawie, [w:] „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” nr 7-8, 2016 r.

99. Prezentacja „Wdrażanie i eksploatacja autobusów elektrycznych w Warszawie”, MZA Warszawa, II Kongres producentów pojazdów elektrycznych i infrastruktury do ich ładowania, Warszawa, 12 stycznia 2018 r.

100. Raport Analiza wpływu Solaris Bus & Coach S.A. na otoczenie gospodarcze, społeczne i środowisko naturalne z 2017 r.

Solaris Bus & Coach może się też pochwalić konkretnymi wynikami bazującymi na doświadczeniach eksploatacyjnych. Ciekawe rezultaty przynosi tutaj projekt z Eberswalde, dokąd Solaris dostarczył trolejbusy hybrydowe wyposażone w baterie o mocy 72 kWh. Pojazdy poruszają się tam bez zasilania z sieci trakcyjnej na odcinku 4 km. Koszt energii na przejechany kilometr trolejbusu hybrydowego jest o 32 proc. niższy niż dla pojazdu z agregatem spalinowym¹⁰¹.

Oczywiście różnice w kosztach eksploatacji pojazdów będą się zmieniać w zależności od kształtowania się cen za olej napędowy oraz energię elektryczną. Należy przy tym pamiętać o możliwości wynegocjowania lepszych cen przy zakupie energii dla większej partii pojazdów, a także o rozwoju rozwiązań technicznych, zwłaszcza w kwestii ogrzewania i chłodzenia pojazdu, które mają istotny wpływ na zużycie energii.

6.1.6. Wizerunek komunikacji publicznej

Równie ważne co argumenty stricte odnoszące się do parametrów eksploatacyjnych są kwestie wizerunkowe – na sukces komunikacji wpływa bowiem fakt jej postrzegania przez mieszkańców. To wymaga umiejętnego postępowania władz miasta. Oczywiście wizerunek komunikacji budowany jest także – przede wszystkim – przez jej faktyczne cechy, w tym niezawodność, częstość i szybkość kursowania, ale istotny wpływ ma nań też wiele kwestii nieodnoszących się do samej sprawności świadczenia usługi, jak np. czystość, poczucie bezpieczeństwa czy nowy tabor.

Tę ostatnią kwestię najlepiej można było zaobserwować w ostatnich latach na kolei. Do ruchu zostały wprowadzone nowe składy zespolone – najpierw Pendolino, a następnie Flirty i Darty. Zakończył się też szereg remontów skutkujących skróceniem czasu przejazdu. Połączenie tych dwóch czynników przyczyniło się do odwrócenia niekorzystnych trendów związanych ze spadkiem liczby pasażerów. Synonimem nowoczesnej kolei stały się właśnie składy Pendolino, które kontrastowały z wyobrażeniem kolei sprzed lat – szybko pojawiło się pojęcie „efektu Pendolino”. Po wprowadzeniu nowych pociągów spółka PKP Intercity zaczęła odnotowywać wzrosty liczby pasażerów, a na wielu trasach – np. z Warszawy do Gdańska czy Olsztyna

– kolej właściwie „wygryzła” wcześniej szybko rozwijającą się konkurencję autobusową. Oczywiście nie byłoby to możliwe bez skrócenia czasów przejazdu, ale wydaje się, że w świadomości społecznej zapisała się przede wszystkim kwestia udanego wprowadzenia do ruchu nowych pociągów¹⁰² oferujących zupełnie nową jakość.

Podobne efekty widać w komunikacji miejskiej – zwłaszcza po wprowadzeniu nowego środka transportu, np. tramwaju. W Polsce na taki odważny krok zdecydował się jedynie Olsztyn, ale dużo doświadczeń w tej kwestii dają miasta zachodnie, gdzie następuje renesans tego środka transportu. Przykładowo dane z Francji pokazują, że po wprowadzeniu komunikacji tramwajowej następuje wzrost liczby pasażerów w korytarzu, w którym zaczął kursować tramwaj – i to bez względu na fakt, czy tramwaj jest w tym korytarzu znacznie sprawniejszy niż jeżdżący wcześniej autobus. Warto też podkreślić, że efekt tramwaju wpływa na całą komunikację miejską i wzrosty obserwowane są też w liniach autobusowych¹⁰³. Również jednak i Olsztyn w tej kwestii dostarcza pozytywne informacje. Dane przytaczane w październiku 2016 r. wskazują na kilkunastoprocentowy wzrost sprzedaży biletów długookresowych¹⁰⁴, a ogólna liczba pasażerów wzrosła o ok. 10 proc.¹⁰⁵ Co więcej – trend ten się utrzymuje także w 2018 r.¹⁰⁶ Jak wynika z danych, tramwaje przewożą dziennie 20 tys. pasażerów.

O tym, że tramwaj – jako oddzielny rodzaj trakcji – budzi duże emocje, świadczyć może chociażby kwestia Gorzowa Wielkopolskiego, który jako jedyne eksploatujące tramwaje miasto w Polsce w poprzedniej perspektywie unijnej nie inwestowało w ten środek transportu. Poprzedni prezydent miasta dążył do ograniczenia bądź likwidacji sieci tramwajowej. Spotkało się to z dużym oporem społecznym i choć władarz zmienił swoje stanowisko, ostatecznie przegrał wybory samorządowe. W tej chwili trwa kompleksowa modernizacja infrastruktury, połączona z wymianą taboru. Podobnymi uczuciami darzone są trolejbusy, które w Polsce funkcjonują tylko w czterech miastach (Gdyni i Sopocie, Lublinie oraz Tychach) – często przez mieszkańców doceniana jest wyjątkowość trolejbusów objawiająca się tym, że są one eksploatowane w niewielkiej liczbie ośrodków.

Taką nową jakość w transporcie zbiorowym – zwłaszcza w miastach pozbawionych tramwaju bądź trolejbusu – mogą też przynosić elektrybusy, o ile oczywiście będzie to produkt kompleksowy (z ułatwieniami w ruchu w postaci buspasów, wydzielonej drogi i preferencji w przejazdach na skrzyżowaniach oraz

101. Z. Palenica, członek zarządu ds. pojazdów szynowych Solaris Bus & Coach SA, prezentacja „Autobus elektryczny, trolejbus, tramwaj. E-mobility w praktyce” podczas konferencji w 2016 r. w Olsztynie.

102. PKP Intercity: o „efekcie Pendolino” i o najważniejszych celach spółki, 23 marca 2015 r. [w:] [polskieradio.pl](https://www.polskieradio.pl/42/273/Artykul/1404345,PKP-Intercity-o-efekcie-Pendolino-i-o-najwazniejszych-celach-spolki) <https://www.polskieradio.pl/42/273/Artykul/1404345,PKP-Intercity-o-efekcie-Pendolino-i-o-najwazniejszych-celach-spolki> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

103. W. Urbanowicz, Tramwaj wraca do Francji. Rewolucja dla miast, [w:] *Rynek Kolejowy*, 8-9/2018.

104. M. Jandula, Wzrasta popularność olsztyńskiej komunikacji. Efekt tramwaju?, 14 października 2016 r., [w:] portal [Transport-publiczny.pl](https://www.transport-publiczny.pl/): <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/wzrasta-zainteresowanie-pasazerow-olszynska-komunikacja-efekt-tramwaju-53255.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

105. M. Jandula, Grzymowicz: Naprawdę możemy powiedzieć: rewolucja!, 25 października 2016 r., [w:] portal [Transport-publiczny.pl](https://www.transport-publiczny.pl/): <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/grzymowicz-naprawde-mozemy-powiedziec-rewolucja-53354.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

106. P. Farsewicz, Olsztyn. Przybywa stałych pasażerów i rośnie ich zadowolenie, 11 lutego 2018 r., [w:] portal [Transport-publiczny.pl](https://www.transport-publiczny.pl/): <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/olsztyn-przybywa-stalych-pasazerow-i-rośnie-ich-zadowolenie-57680.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

z korzystnymi rozwiązaniami taryfowymi). W Polsce elektrobusy mają znaczący udział w komunikacji miejskiej jedynie w Jaworznie, a po dostawie pierwszej partii takich pojazdów będą one stanowiły istotną część taboru również w Zielonej Górze. W tej chwili kwestię elektromobilności szczególnie wykorzystuje Jaworzno, które – za pomocą również tych pojazdów – buduje wizerunek miasta nowoczesnego, innowacyjnego i otwartego na nowości¹⁰⁷. Warto też zauważyć, że efekt promocyjny i marketingowy może być osiągnięty w miastach eksploatujących różne środki transportu. Przykładowo Kraków i Warszawa malowaniem wyróżniają pojazdy elektryczne. Są one też kierowane do obsługi tras w reprezentacyjnych obszarach miasta.

Wyniki szwedzkich badań pokazują, że istotnie autobusy elektryczne – w porównaniu do pojazdów dieslowskich czy napędzanych CNG – mogą stanowić nową jakość w zakresie komfortu jazdy. Ok. 90 proc. podróżnych zauważyło, że pojazdy są znacznie cichsze – zarówno wewnątrz, jak i podczas przebywania na przystanku. Podróżni doceniali też mniejszy poziom wibracji i spokojniejszą jazdę¹⁰⁸.

6.2. Pojazdy elektryczne a ograniczanie ruchu w miastach

Od lat 70. i 80. XX w. obserwujemy w Europie Zachodniej trend odzyskiwania przestrzeni zwykle objawiający się „pedestrianizacją” (przeznaczaniem dla pieszych) obszarów w centrum. Jednym z pierwszych takich miejsc była ul. Strøget w centrum Kopenhagi, którą zamknięto dla ruchu kołowego już w 1962 r. Wbrew pierwotnym obawom ulica nie „umarła” – brak samochodów nie zabił handlu¹⁰⁹.

W Polsce prekursorem został Radom, który w 1975 r. zamienił kilometrowy odcinek głównej ulicy – Żeromskiego – w strefę pieszą. Prowadząca ze wschodu na zachód droga stanowiła też barierę komunikacyjną w przejazdach z północy na południe miasta, co przyczyniło się do uspokojenia ruchu w ścisłym centrum. Teraz praktycznie we wszystkich dużych miastach w Polsce są utworzone strefy ruchu pieszego. Trend ten szczególnie nasilił się w latach 90. XX w., gdy zaczęto zamykać reprezentacyjne ulice i place w centrach miast.

Ograniczanie ruchu objawia się jednak nie tylko w całkowitym zamykaniu przestrzeni dla samochodów. Czasem ruch kołowy jest pozostawiany, ale tylko dla ściśle określonej grupy pojazdów, jak np. w ciągu Krakowskiego Przedmieścia czy Nowego Świata w Warszawie, na który wjeżdżać mogą wyłącznie pojazdy komunikacji publicznej oraz mieszkańcy. Spore ograniczenia funkcjonują też w Krakowie.

Ciekawych danych dostarcza budzący kontrowersje przykład ul. Świętokrzyskiej w Warszawie. Przy okazji budowy metra uwolniono chodniki od parkujących na nich samochodów, wybudowano drogi oraz pasy rowerowe, a przestrzeń dla samochodów ograniczono: przekrój jezdni zwężono z dwóch pasów do jednego. Warszawski Zarząd Dróg Miejskich dokonał kompleksowego porównania tej ulicy z równoległymi Alejami Jerozolimskimi. Oceniano m.in. komfort życia, jakość infrastruktury, dostępność komunikacji i usług. Porównanie wypadło zdecydowanie na korzyść Świętokrzyskiej. W przypadku Alej za mankament stawiano m.in. stan infrastruktury, który nie stanowi zachęty do przemieszczania się tym ciągiem (i to pomimo dużej liczby pieszych przemieszczających się z konieczności tamtędy w związku z przesiadkami), brak przejść dla pieszych w poziomie „0” i brak zieleni, która oddzielałaby ruch pieszego od ulicznego. Na obu ciągach ruch pieszego jest jednak znacznie większy niż sumaryczne natężenie ruchu kołowego. Nie potwierdził

107. J. Dybalski, Prezydent Jaworzna: Autonomiczne autobusy u nas za 5 lat, 12 maja 2018 r., [w:] Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/prezydent-jaworzna-autonomiczne-autobusy-u-nas-za-5-lat-58504.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

108. S. Boren, L. Nurhadi, H. Ny, Preferences of Electric Buses in Public Transport; Conclusions from Real Life Testing in Eight Swedish Municipalities, [w:] „World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering”, vol. 10, No: 3, 2016 r.

109. W. Urbanowicz, Kopenhaga: Pół wieku deptaka, 12 lutego 2014 r., [w:] Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/kopenhaga-pol-wieku-deptaka-1584.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

się również stereotyp związany ze znacznym pogorszeniem warunków ruchu kołowego na Świętokrzyskiej po jej zwężeniu – prędkość aut jest wyższa o niż w ciągu Alej. Obie ulice porównano również pod kątem ekonomicznym i handlowym. Na Świętokrzyskiej wskaźnik zajętości lokali wynosi 96 proc., a w ciągu Alej – ok. 80 proc. Choć średnia czynszów jest wyższa w lokalach przy Alejach, to mediana wysokości czynszu od 2009 r. utrzymuje się tam niemal na takim samym poziomie, podczas gdy w tym czasie na Świętokrzyskiej wzrosła o połowę i utrzymuje się obecnie na poziomie dwukrotnie wyższym niż w ciągu Alej. Świętokrzyska jest też lepiej oceniana przez mieszkańców pod kątem komfortu życia oraz dostępności oferty handlowo-usługowej. W przypadku Świętokrzyskiej większość klientów dociera transportem publicznym, na drugim miejscu są kierowcy, a na kolejnym – piesi. W przypadku Alej Jerozolimskich proporcje są wyrównane – tyle samo osób dociera transportem publicznym co samochodem¹¹⁰.

Jednocześnie przykłady z Krakowa z ul. Grodzką¹¹¹ oraz z Gdańska z ul. Stągiewną¹¹², gdzie wycofano ruch kołowy, uporządkowano przestrzeń i oddano miejsce pieszym, pokazują, że obawy o upadek handlu i spadku obrotów są nieuzasadnione. Takie przestrzenie będące blisko turystycznych szlaków rozkwitają, a przedsiębiorcy z efektów zmian są zadowoleni. Pozytywne przykłady dostarcza również Łódź z woonefami, czyli miejskimi podwórcami, w których ruchu ulicznego nie wycofano, ale całą przestrzeń podporządkowano niezmotywowanym. Na jednej z ulic to przedsiębiorcy, w tym właściciele lokali gastronomicznych, postulowali o likwidację znajdujących się tam miejsc parkingowych¹¹³.

Nowych możliwości kształtowania przestrzeni i ruchu dostarcza ustawa o elektromobilności. Umożliwia ona tworzenie stref czystego powietrza z dopuszczonym wjazdem samochodów elektrycznych, a także napędzanych wodorem oraz gazem ziemnym, przy czym rada gminy w uchwale może określić również inne dopuszczenia. Z mocy ustawy z ograniczeń wyłączone są autobusy szkolne oraz zeroemisyjne. Zgodnie z ustawą o biokomponentach i biopaliwach ciekłych samorządy mogą ustanawiać opłaty za wjazd dla pojazdów innych niż „czyste”.

Jak wynika z przepisów, z ograniczeń związanych z wjazdem do strefy czystego powietrza wyłączone są autobusy zeroemisyjne, a nie niskoemisyjne. Jednocześnie w przypadku tworzenia stref czystego powietrza bądź z ograniczonym ruchem ważne jest zapewnienie sprawnej komunikacji miejskiej – przywołany wcześniej przykład Warszawy wskazuje, że nawet na ciągach podporządkowanych przede wszystkim samochodom

komunikacja publiczna w co najmniej równym stopniu dostarcza klientów sklepom i punktom handlowym, co samochody. Jednocześnie w miarę ograniczania ruchu samochodowego rośnie znaczenie ruchu pieszego i rowerowego.

Potencjał handlowy rośnie też wraz z uatrakcyjnianiem przestrzeni. Autobusy elektryczne – w porównaniu do pojazdów spalinowych – są właściwie bezgłośnie i mogą stanowić istotny element poprawy atrakcyjności danego obszaru. Przy tym przy tworzeniu stref z ograniczonym bądź wyłączonym ruchem czy też przy zmniejszaniu liczb miejsc parkingowych warto pamiętać o kilku istotnych sprawach. Przede wszystkim musi istnieć możliwość dowożenia towaru – punkty rozładunku powinny być przewidziane w projekcie, w innym razie dochodzić będzie do konfliktów (zajmowania chodników, dróg rowerowych czy pasów ruchu na rozładunek). W strefach wyłączonego ruchu można też określić godziny, w których powinien odbywać się rozładunek – tak, by w jak najmniejszym stopniu kolidował on z ruchem pieszym i rowerowym. Wyzwaniem w zakresie obniżenia emisji i wprowadzania stref czystego jest miejska logistyka – o ile miejskie służby są zobowiązane do wprowadzania pojazdów zeroemisyjnych, to nakaz ten nie obowiązuje prywatnych dostawców. Jednocześnie przepisy nie czynią wyjątków (jedynie rada gminy w drodze uchwały o strefie może określić dalsze wyłączenia i wyjątki).

Strefy z ograniczonym ruchem bądź zeroemisyjne powinny być przyjazne dla rowerzystów. Przy tworzeniu takich obszarów warto określić relacje pomiędzy poszczególnymi uczestnikami ruchu (pieszymi, rowerzystami i kierującymi innymi dopuszczonymi w takiej strefie pojazdami). Rosnącym problem może być rozwój różnych rodzajów urządzeń transportu osobistego (UTO), także z napędem elektrycznym. Użytkownicy rowerów elektrycznych będą poruszać się z większą prędkością niż rowerów zwykłych – granica między rowerem elektrycznym a motorem będzie się zacierać. Do tego dochodzą deskorolki, rolki, hulajnogi – także z napędem elektrycznym. Utrudnieniem może być fakt, że te alternatywne formy UTO nie są w żaden sposób określone, definiowane czy regulowane przepisami.

110. Zespół Via Vistula Franek i Sapoń sp.j., Analiza przestrzenna oraz ekonomiczna rozwiązań geometrycznych wybranych ulic w Warszawie, Kraków, 2016.

111. W. Urbanowicz, Parkowanie po krakowsku. Wojna z kierowcami czy oddech dla miasta?, 18 sierpnia 2018 r., [w:] Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/parkowanie-po-krakowsku-wojna-z-kierowcami-czy-oddech-dla-miasta-59382.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

112. M. Dzwonnik, Przedsiębiorcy zachwyceni nową Stągiewną. „Tak to powinno wyglądać”, 11 sierpnia 2016 r. [w:] Wyborcza.pl Trójmiasto <http://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/1,35612,20528072,przedsiębiorcy-zachwyceni-nowa-stagiewna-tak-to-powinno-wygladac.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

113. R. Czubski, Łódź: Koniec z parkowaniem na woonefie. Restauratorzy wolą ogródki, 1 maja 2018 r., [w:] Transport-publiczny.pl: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/lodz-koniec-z-parkowaniem-na-woonefie-restauratorzy-wola-ogrodki-58399.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

6.3. Elektromobilność a energetyka oparta na węglu

Wpływ na czystość energii mają też surowce, z których produkowana jest owa energia. Krytycy rozwoju elektromobilności, w tym autobusów elektrycznych, podkreślają, że efekt ekologiczny jest dyskusyjny z uwagi na to, że polska energetyka opiera się przede wszystkim na węglu, a wytwarzanie energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych wiąże się z niekorzystną emisją do atmosfery pyłów oraz np. dwutlenku siarki i tlenków azotu. Elektrobusy faktycznie więc ograniczają emisję jedynie w mieście, przenosząc problem dalej – w rejon elektrowni.

Głosy te nie są pozbawione podstaw. Według danych Europejskiej Agencji Środowiska elektrownie węglowe są odpowiedzialne za emisję kluczowych składników zanieczyszczających – CO₂, SO₂ i NO_x. Jak wynika z analiz, połowa zakładów

odpowiedzialnych za największą emisję zlokalizowana jest w Wielkiej Brytanii (14), Niemczech (7), Francji (5) i Polsce (5). Choć wyprzedzają nas inne kraje, to do polskich zakładów należą niechlubne rekordy. Według danych z 2015 r., elektrownia w Bełchatowie wypuściła najwięcej składników zanieczyszczających w Europie – 37 mld kg CO₂ (2,2 proc. udziału spośród 35 tys. obiektów ujętych w rejestrze zanieczyszczeń E-PRTR), 34,1 mln kg NO_x (1,8 proc. udziału) i 74,8 mln kg SO_x (4,4 proc. udziału). Kozienice zajmują natomiast dziewiąte miejsce pod względem wielkości emisji CO₂¹¹⁴.

Warto podkreślić, że pomimo niekorzystnego wpływu spalania węgla na emisję sytuacja będzie ulegać poprawie. Choć węgiel pozostanie podstawą polskiej energetyki, to jego udział w strukturze będzie się zmniejszać. Ponadto inwestycje czynione w istniejących elektrowniach oraz oznaczające budowę nowych bloków również będą przyczyniać się do ograniczenia emisji. Duże znaczenie ma tutaj dyrektywa unijna IED z 2010 r., która weszła w życie w 2016 r. Obejmuje ona wszystkie instalacje o mocy w paliwie równej lub większej niż 50 MWt (zgodnie z rozumieniem przepisów sumuje się moc kotłów podłączonych do jednego kominu)¹¹⁵. Zakłada ona ograniczenie emisji do atmosfery szkodliwych zanieczyszczeń – dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów. Limity emisji

Czołowi emitenci CO₂ do atmosfery

Lp.	Zakład	Kraj	Branża	Całkowita emisja (kg)	Udział E-PRTR
1.	Bełchatów	Polska	Elektroenergetyka	37.000.000.000,00	2,2%
2.	Neurath	Niemcy	Elektroenergetyka	32.100.000.000,00	1,9%
3.	Niederaußem	Niemcy	Elektroenergetyka	27.300.000.000,00	1,7%
4.	Jänschwalde	Niemcy	Elektroenergetyka	23.700.000.000,00	1,4%
5.	Drax	Anglia	Elektroenergetyka	23.400.000.000,00	1,4%
6.	Boxberg	Niemcy	Elektroenergetyka	19.500.000.000,00	1,2%
7.	Eschweiler	Niemcy	Elektroenergetyka	18.300.000.000,00	1,1%
8.	Schwarze Pumpe	Niemcy	Elektroenergetyka	12.300.000.000,00	0,7%
9.	Kozienice	Polska	Elektroenergetyka	11.600.000.000,00	0,7%
10.	ArcelorMittal Dunkierka	Polska	Metalurgia	11.400.000.000,00	0,7%

Źródło: Releases of pollutants to the environment from Europe's industrial sector – 2015, 9 lipca 2017 r., [w:] European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution-in-europe/releases-of-pollutants-from-industrial-sector> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

114. Releases of pollutants to the environment from Europe's industrial sector – 2015, 9 lipca 2017 r., [w:] European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution-in-europe/releases-of-pollutants-from-industrial-sector> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

115. M. Wilczyński, Dyrektywa UE o ograniczeniu emisji przemysłowych a polska energetyka węglowa, 19 kwietnia 2016 r., [w:] Chrońmy Klimat: <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/dyrektywa-ue-o-ograniczeniu-emisji-przemyslowych-a-polska-energetyka-weglowa> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

Czołowi emitenci NOx do atmosfery

Lp.	Zakład	Kraj	Branża	Całkowita emisja (kg)	Udział E-PRTR
1.	Bełchatów	Polska	Elektroenergetyka	34.100.000	1,8%
2.	Drax	Wlk. Brytania	Elektroenergetyka	31.400.000	1,7%
3.	Aberthaw	Wlk. Brytania	Elektroenergetyka	25.300.000	1,4%
4.	Neurath	Niemcy	Elektroenergetyka	22.300.000	1,2%
5.	Jämschwalde	Niemcy	Elektroenergetyka	18.600.000	1,0%
6.	Niederaußem	Niemcy	Elektroenergetyka	18.000.000	1,0%
7.	Kozienice	Polska	Elektroenergetyka	16.100.000	0,9%
8.	Longannet	Wlk. Brytania	Elektroenergetyka	14.700.000	0,8%
9.	Połaniec	Polska	Elektroenergetyka	14.100.000	0,8%
10.	Maritsa East 2	Polska	Elektroenergetyka	13.700.000	0,7%

Źródło: Releases of pollutants to the environment from Europe's industrial sector – 2015, 9 lipca 2017 r., [w:] European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution-in-europe/releases-of-pollutants-from-industrial-sector> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

są ogłoszone w standardach emisyjnych BAT (Best Available Techniques) dla obiektów wysokiego spalania i zaczną obowiązywać od 2021 r.¹¹⁶

Proces dostosowywania zakładów może być jednak dłuższy, gdyż te objęte są Przejściowym Planem Krajowym (PPK) i mogą być objęte derogacjami. Zgodnie z PPK stosowanie zastrzeżonych przepisów dla 48 zakładów (w tym największych elektrowni – Kozienice, Turów, Rybnik, Ostrołęka, Pątnów I, Konin, Skawina – czy elektrociepłowni Gdańsk oraz Siekierki) odroczone do 2020 r. Poszczególnym obiektom wyznaczono jednak roczne pułapy dopuszczalnych emisji, a rząd zobowiązał się, że do 2020 r. roczna emisja zostanie obniżona. Pomimo tych odroczeń, a także ograniczeń, zmniejszenie spalania węgla w okresie do 2023 r. będzie znaczące¹¹⁷.

Z danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych na 2016 r. wynika, że udział węgla w produkcji energii stanowi 81,51 proc.,

w tym 50,02 proc. to węgiel kamienny, a 31,49 proc. to węgiel brunatny. Według zapowiedzi przedstawicieli rządu udział węgla w polskiej energetyce będzie spadać, ale nadal utrzymywać się będzie na relatywnie wysokim poziomie – w 2030 r. wynosić ma minimum 60 proc.¹¹⁸, a w perspektywie kolejnych dwóch dekad może spaść o kolejne dziesięć punktów procentowych¹¹⁹. Jak widać, udział innych – w tym odnawialnych – źródeł energii będzie rósł.

Ponadto elektrownie w Polsce podejmują inwestycje związane z modernizacją bloków energetycznych. Jak podawało w 2016 r. PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna, w ostatnich latach sprawiły one, że elektrownie i elektrociepłownie spółki ograniczyły emisje tlenków siarki o 87 proc., tlenków azotu o 50 proc. i pyłów o 98 proc.¹²⁰

Sytuacja we wspomnianym już Bełchatowie będzie ulegać poprawie. W lipcu 2018 r. elektrownia przystąpiła do

116. Czy posypią się wnioski o derogacje dla elektrowni węglowych w Polsce? – Apel organizacji pozarządowych do Marszałka Śląska Wojciecha Saługi, 21 lipca 2017 r., [w:] Heal Polska: http://healpolska.pl/aktualnosci/czy-posypia-sie-wnioski-o-derogacje-dla-elektrowni-weglowych-w-polsce-apel-organizacji-pozarządowych-do-marszałka-slaska-wojciecha-salugi/#_ftn3 [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

117. M. Wilczyński, Dyrektywa UE o ograniczeniu emisji przemysłowych a polska energetyka węglowa, 19 kwietnia 2016 r., [w:] Chrońmy Klimat: <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/dyrektywa-ue-o-ograniczeniu-emisji-przemysłowych-a-polska-energetyka-weglowa> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

118. D. Ciepiela, Miks energetyczny Polski: mniej węgla, więcej gazu, 6 października 2017 r., [w:] WNP.PL: https://energetyka.wnp.pl/miks-energetyczny-polski-mniej-wegla-wiecej-gazu,307787_1_0_0.html [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

119. K. Mikołajewska, Polski miks energetyczny do 2050 r. Tchórzewski obiecuje wiele, 6 października 2017 r., [w:] money.pl: <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/krzysztof-tchorzewski-miks-energetyczny,140,0,2374028.html> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

120. PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna podpisała umowę na kolejną inwestycję w Elektrowni Pomorzany, 5 października 2016 r., [w:] strona PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Zespół Elektrowni Dolna Odra: <https://zedolnaodra.pgegiek.pl/Aktualnosci/Emisje-pod-kontrola-Elektrownia-Pomorzany-z-kolejna-inwestycja> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

Czołowi emitenci SOx do atmosfery

Lp.	Zakład	Kraj	Branża	Całkowita emisja (kg)	Udział E-PRTR
1.	Bełchatów	Polska	Elektroenergetyka	78.800.000	4,4%
2.	Novaky	Słowacja	Elektroenergetyka	46.800.000	2,8%
3.	Maritsa East 2	Bułgaria	Elektroenergetyka	39.900.000	2,4%
4.	Terul	Hiszpania	Elektroenergetyka	36.200.000	2,1%
5.	Kozienice	Polska	Elektroenergetyka	31.000.000	1,8%
6.	Romag Termo	Rumunia	Elektroenergetyka	21.100.000	1,2%
7.	Drax	Wlk. Brytania	Elektroenergetyka	18.600.000	1,1%
8.	Oradea	Rumunia	Elektroenergetyka	18.500.000	1,1%
9.	Maritsa East 3	Polska	Elektroenergetyka	18.100.000	1,1%
10.	Jämschwalde	Niemcy	Elektroenergetyka	17.800.000	1,1%

Źródło: Releases of pollutants to the environment from Europe's industrial sector – 2015, 9 lipca 2017 r., [w:] European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution-in-europe/releases-of-pollutants-from-industrial-sector> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

modernizacji bloku nr 2 o mocy 370 MW. Jednostka będzie spełniać konkluzje BAT i będzie mogła pracować jeszcze do około 2034 r. Już wcześniej, w ramach I etapu modernizacji, wprowadzono instalację redukcji emisji NOx metodami niekatalitycznymi, dzięki czemu skutecznie zmniejszono emisję¹²¹.

W Kozienicach trwa modernizacja dwóch bloków energetycznych o mocy 560 MW każdy. To część działań spółki Enea Wytwarzanie mających na celu zwiększenie sprawności i efektywności jednostek wytwórczych oraz ich dostosowanie do dyrektywy IED i standardów BAT. Przewidziano zabudowę instalacji katalitycznego odazotowania spalin¹²².

Zmiany obejmują także pozostałe obiekty. Przykładowo do tej pory dzięki modernizacjom Elektrowni Opole udało się zmniejszyć emisję SO₂ o ok. 60 proc., a emisję NOx i pyłów o ok. 50 proc.¹²³ PGE zainwestuje ok. 188 mln zł w wymianę elektrofiltrów. Inwestycja przyczyni się do zmniejszenia o połowę stężenia emisji pyłu do atmosfery¹²⁴ do poziomu 8 mg.

Kolejna umowa dotycząca Elektrowni Opole zakłada redukcję emisji tlenków azotu, czego efektem będzie obniżenie emisji NOx do wartości $\leq 150 \text{ mg/Nm}^3$ ¹²⁵.

Niektóre elektrownie węglowe są też likwidowane. Taki los spotkał siłownię w Adamowie o mocy 600 MW, która w tym roku – po pięćdziesięciu latach pracy – zakończyła działalność. Biorąc pod uwagę złoża pobliskiej kopalni węgla brunatnego, elektrownia mogłaby funkcjonować jeszcze przez 3-4 lata. Operator uznał jednak, że wykonywanie jakichkolwiek inwestycji, by dostosować obiekt na tak krótki czas do wymogów dyrektywy IED, jest nieopłacalne. Adamów przekraczał też jednak krajowe normy w zakresie emisji pyłów – przykładowo w 2016 r. elektrownia aż 151 razy przekroczyła 48-godzinne wartości dopuszczalne w tym zakresie. W przyszłym roku natomiast planowane jest wyłączenie dwóch bloków węglowych o mocy 200 MW każdy w elektrowni Pątnów I, również należącej do ZA PAK. Decyzja o remoncie dwóch kolejnych została zawieszona, co będzie się wiązało z koniecznością ich

121. Zmodernizowany blok nr 2 Elektrowni Bełchatów przepracuje kolejne 100 tys. godzin, 17 lipca 2018 r., [w:] strona PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Elektrownia Bełchatów: <https://elbelchatow.pgegiek.pl/Aktualnosci/Zmodernizowany-blok-nr-2-Elektrowni-Bełchatow-przepracuje-kolejne-100-tys.-godzin> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

122. Enea Wytwarzanie modernizuje bloki energetyczne klasy 500 MW, 9 sierpnia 2018 r., [w:] strona Enea: <https://media.enea.pl/pr/398581/enea-wytwarzanie-modernizuje-bloki-energetyczne-klasy-500-mw> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

123. Elektrownia PGE w Opolu w trosce o środowisko, 13 czerwca 2018 r., [w:] strona PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Elektrownia Opole: <https://elopole.pgegiek.pl/Aktualnosci/Elektrownia-PGE-w-Opolu-w-trosce-o-srodowisko> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

124. Bloki 1-4 w Elektrowni Opole będą nowocześniejsze i ekologiczne, 7 czerwca 2018 r., [w:] strona PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Elektrownia Opole: <https://elopole.pgegiek.pl/Aktualnosci/Bloki-1-4-w-Elektrowni-Opole-beda-nowocześniejsze-i-ekologiczne> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

125. Elektrownia PGE w Opolu w trosce o środowisko, 13 czerwca 2018 r., [w:] strona PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Elektrownia Opole: <https://elopole.pgegiek.pl/Aktualnosci/Elektrownia-PGE-w-Opolu-w-trosce-o-srodowisko> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

wyłączenia z powodu niespełnienia norm ochrony powietrza do końca 2020 r.¹²⁶

Pomimo faktu, że w Polsce jest jeszcze wiele do zrobienia w zakresie obniżenia emisji związanej ze spalaniem węgla w elektrowniach i elektociepłowniach, eksploatacja autobusów elektrycznych przynosi korzyści nie tylko lokalnie. Jak podają Miejskie Zakłady Autobusowe na bazie rocznej eksploatacji pierwszych autobusów elektrycznych, emisja CO₂ lokalnie jest wyeliminowana w pełni, a jeśli się uwzględni emisję elektrowni, to jest o ok. 25 proc. niższa¹²⁷. Po trzech latach wartość tę, jeżeli chodzi o samą trakcję, przewoźnik szacuje już na 41 proc.¹²⁸

126. Rusza likwidacja elektrowni węglowej Adamów, 2 stycznia 2018 r., [w:] Wysokie Napięcie: <https://wysokienapiecie.pl/7109-likwidacja-elektrowni-weglowej-adamow-2018/> [dostęp 26 sierpnia 2018 r.].

127. J. Kuźmiński, prezes Miejskich Zakładów Autobusowych w Warszawie. Prezentacja „Autobusy niskoemisyjne w Warszawie” na X konferencji naukowo-technicznej Miasto i Transport, 2016 r.

128. Prezentacja „Wdrażanie i eksploatacja autobusów elektrycznych w Warszawie”, MZA Warszawa, II Kongres producentów pojazdów elektrycznych i infrastruktury do ich ładowania, Warszawa, 12 stycznia 2018 r.



Fot. Volvo Polska

CZY AUTOBUSY ELEKTRYCZNE **ZDOMINUJĄ** **KOMUNIKACJĘ?**

7. Czy autobusy elektryczne zdominują komunikację miejską?

Pojazdy elektryczne mają szereg zalet wymienionych we wcześniejszych punktach tego rozdziału, które sprawiają, że szczególnie sprawdzają się w przypadku wykorzystania ich w transporcie publicznym. Przy dużym taborze oszczędności dzięki zamianie oleju napędowego na dużo tańszy prąd są znaczne, elektrobusy nie emitują spalin i są znacznie cichsze, co ma znaczenie w mieście. O tym, czy rzeczywiście staną się podstawą funkcjonowania miejskich flot autobusowych, zdecyduje jednak wiele czynników, które dziś trudno przewidzieć. Nie tylko ich opłacalność, ale też uwarunkowanie polityczne i gospodarcze, które przełoży się na wsparcie tej technologii, oraz sam rozwój technologiczny, który może sprawić, że za kilka lat elektrobusom wyrośnie poważniejsza konkurencja.

Obecnie, obserwując sytuację w różnych miejscach na świecie, możemy zaobserwować zarówno budzący się rynek elektrobusowy, czego przykładem jest Europa, jak i rozwinięty w ciągu ostatnich kilku lat w zawrotnym tempie chiński rynek zbytu, w którym elektrobusy są już ważną częścią flot autobusowych w tamtejszych miastach.

To właśnie na Chiny należy spoglądać, szukając ewentualnych podpowiedzi, jak może wyglądać rozwój rynku autobusów elektrycznych. Według danych z 2017 r. na całym świecie było ok. 385 tys. autobusów elektrycznych, z czego w Chinach... aż 99 proc. z nich. Łączna liczba elektrobusów poza Chinami nie sięgała 3 tysięcy, z czego ok. 2,1 tys. autobusów z takim napędem jeździło po Europie. Tę liczbę Chińczycy osiągnęli w ciągu zaledwie pięciu lat: w 2013 r. wyprodukowano tam zaledwie 4,3 tys. autobusów z napędem elektrycznym, z czego „tylko” 1,7 tys. było pojazdami wyłącznie baterijnymi (resztę stanowiły hybrydy plug-in). Tymczasem w 2016 r. produkcja sięgnęła 116 tys. elektrobusów, a w zeszłym roku – 90 tys. elektrobusów, a do tego należy doliczyć co roku 15-20 tys. nowych hybryd plug-in.

Produkcja autobusów elektrycznych była przez pierwsze lata bardzo intensywnie wspierana przez państwo chińskie. Do 2016 r. istniał tam system dopłat do ich zakupów. Tak samo jak w Polsce, w Chinach jest to forma walki z zanieczyszczeniem powietrza i możliwość częściowego uniezależnienia się od zagranicznych dostaw ropy naftowej.

7.1. Połowa autobusów na prąd już niedługo

Eksperci Bloomberg New Energy Finance, którzy w marcu 2018 r. opublikowali raport dotyczący prognoz rozwoju rynku autobusów elektrycznych na świecie, przewidują, że do 2025 r. liczba autobusów elektrycznych na świecie potroi się i sięgnie ok. 1,2 mln pojazdów, co będzie stanowiło 47 proc. całej globalnej floty autobusowej¹²⁹.

W Europie ten proces ma postępować nieco wolniej. Według często cytowanych prognoz przygotowanych w 2017 r. przez UITP we współpracy z unijnym programem promowania elektromobilności w transporcie ZEUS w 2020 r. w Unii Europejskiej elektrobusy będą stanowiły 18 proc. całego taboru autobusowego w miastach (a kolejne 2 proc. – autobusy wodorowe), a już w 2030 r. ich udział sięgnie 50 proc. (dodatkowo autobusy wodorowe będą wtedy stanowiły 9 proc. floty). Z kolei udział autobusów napędzanych silnikiem Diesla i korzystających z biodiesla ma spaść w latach 2017-30 z 89 proc. do 13 proc.¹³⁰

Powyższe przewidywania są poparte prognozami ekonomicznymi, które sprawiają, że korzystanie z autobusów elektrycznych będzie z roku na rok tańsze. Prąd jako paliwo do napędzania autobusów już dziś jest kilkakrotnie tańszy niż ON, bo jego cena jest mniej uzależniona od cen surowców. W przeciwieństwie do oleju napędowego może być wytwarzany nie tylko z surowców kopalnych, ale też być efektem produkcji energii odnawialnej lub jądrowej. Europa to dziś zaledwie ułamek światowego rynku autobusów elektrycznych, bo według danych z ubiegłego roku wszystkich pojazdów z elektrycznym napędem, wliczając hybrydy plug-in i trolejbusy, jeździło tu nieco ponad 2 tys. Ale kraje europejskie wzajemnie napędzają rynek na tego typu napęd w transporcie miejskim. Podpisane w 2017 r. porozumienie w sprawie inicjatywy pod nazwą „European Clean Bus” (to jeden z efektów paryskiego szczytu klimatycznego z 2015 r.) ma skupiać miasta, przewoźników i producentów, m.in. w celu wypracowania wspólnych standardów dla tej branży. Polskimi sygnatariuszami są m.in. Warszawa, Rzeszów, Gdynia, województwo pomorskie i Solaris.

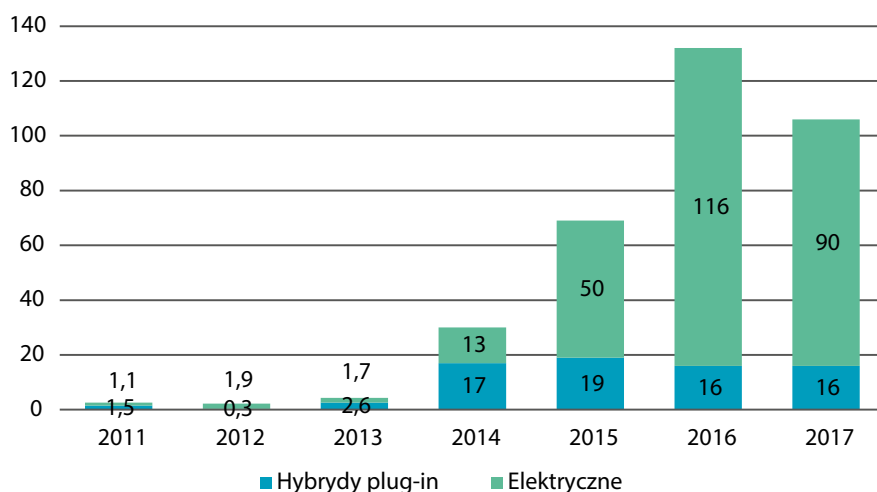
Poza napędem autobusy elektryczne nie powinny różnić się od pojazdów, które znamy z ulic. Już dziś wśród zamawianych przez europejskie miasta elektrobusów najpopularniejsze są te o standardowej długości 12 metrów. Rządziej miasta decydują się na przegubowe pojazdy 18-metrowe. Pojazdy krótkie, o długości 10 metrów i mniej, zdają się póki co mniej atrakcyjne z powodu ograniczenia przestrzeni dla pasażerów przez baterie.

Polska jest jednym z europejskich liderów, jeśli chodzi o rozwój elektromobilności, nie tylko dlatego, że już dziś istotną część europejskiego taboru elektrobusowego jeździ po polskich drogach i powstaje w krajowych fabrykach (w przypadku

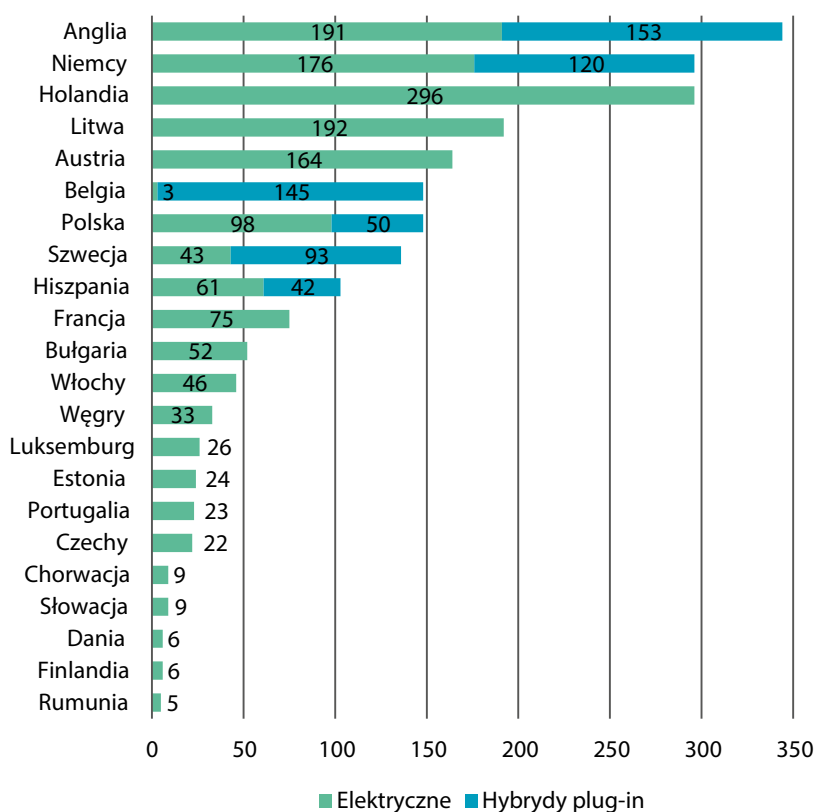
129. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/electric-buses-will-take-over-half-the-world-by-2025>.

130. Cleaner Cities/Buses through Cleaner Transport Facility, <https://eliptic-project.eu/sites/default/files/PLENARY%20slides.pdf>.

Sprzedaż autobusów elektrycznych w Chinach (w tys.)



Autobusy elektryczne i hybrydy w Europie



Źródło: Zeeus, Alexander Dennis

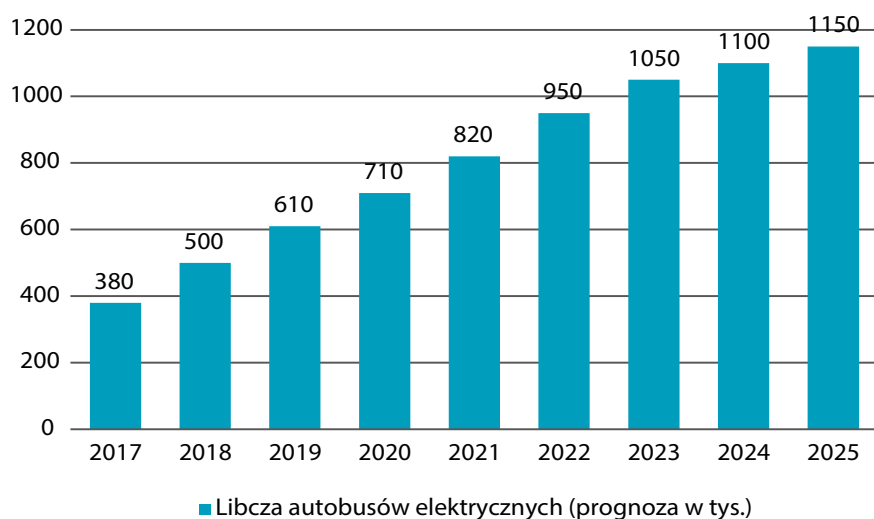
autobusów bateryjnych, przykładowo w fabrykach Solarisa), ale też dlatego, że nad Wisłą określono, jakich autobusów będą potrzebowały polskie miasta. W opisywanym dalej programie NCBR pod nazwą Bezemisyjny Transport Publiczny pod koniec sierpnia opublikowano wstępną specyfikację autobusów, jakie mają dla miast zaprojektować i wyprodukować uczestnicy tej rywalizacji.

Założenia programu ogłoszono jeszcze w 2017 r. Głównym przedmiotem zamówienia jest przeprowadzenie prac badawczo-rozwojowych i opracowanie, a następnie dostawa typoszeregu innowacyjnych pojazdów bezemisyjnych kategorii M3 (według ustawowego załącznika są to pojazdy do przewozu osób posiadające minimum 8 siedzeń dla pasażerów i cięższe niż 5 ton, czyli po prostu autobusy), w trzech kategoriach długości: ok. 10 m (zakres od 9 do 10,5 m), ok. 12 m (zakres od 11,8 do 12,5 m) i ok. 18 m (zakres od 17,5 do 18,75 m).

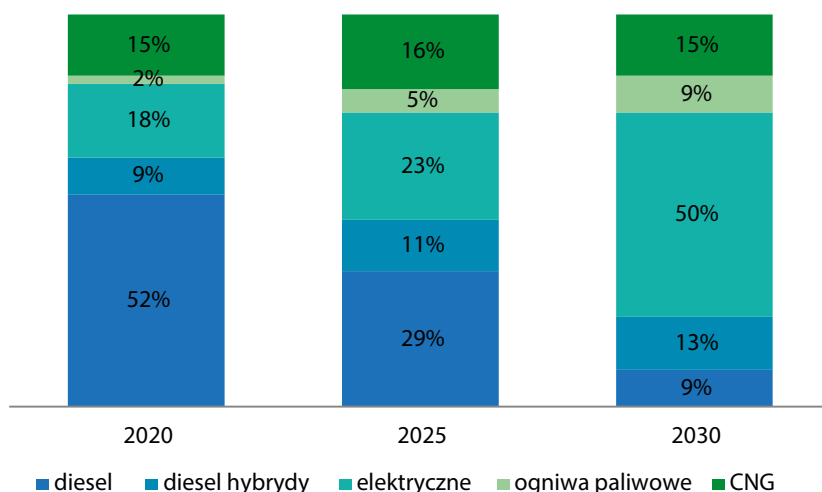
NCBR liczy na opracowanie pojazdu bezemisyjnego trzech długości (ok. 10 m, ok. 12 m i ok. 18 m), o budowie modułowej i możliwości ładowania na różne sposoby, a w dodatku z możliwością jazdy autonomicznej przynajmniej na trzecim poziomie klasyfikacji SAE.

Autobus MIDI. Dwuosiowy, niskopodłogowy. Długość 9-10,5 m. Szerokość 2,5-2,55 m. Wysokość do 3,3 m, choć zalecana to 3,2 m. Powinien zmieścić 50 pasażerów, w tym 23 na miejscach siedzących, a minimum 4 miejsca powinny być dostępne z niskiej podłogi. Drzwi w układzie 2-2-2 lub 2-2-0. Wszystkie drzwi umieszczone po prawej stronie pojazdu: pierwsze przed I osią, drugie pomiędzy I i II

Perspektywa rozwoju rynku autobusów elektrycznych



Rynek autobusów miejskich w Europie



Źródło: Zeeus, Alexander Dennis

osią, trzecie za II osią. Powinien posiadać minimum po jednym miejscu dla wózka inwalidzkiego i wózka dziecięcego.

Autobus MAXI. Dwuosiowy, niskopodłogowy. Długość 11,8-12,5 m. Szerokość 2,5-2,55 m. Wysokość do 3,3 m, choć zalecana to 3,2 m. Powinien zmieścić 80 pasażerów, w tym 27 na miejscach siedzących, a minimum 10 miejsc powinno być dostępne z niskiej podłogi. Drzwi w układzie 2-2-2. Wszystkie drzwi umieszczone po prawej stronie pojazdu: pierwsze przed I osią, drugie pomiędzy I i II osią, trzecie za II osią. Powinien posiadać minimum po jednym miejscu dla wózka inwalidzkiego i wózka dziecięcego.

Autobus MEGA. Trzyosiowy, niskopodłogowy. Długość 17,5-18,75 m. Szerokość 2,5-2,55 m. Wysokość do 3,3 m, choć zalecana to 3,2 m. Powinien zmieścić 120 pasażerów, w tym 40 na miejscach siedzących, a minimum 12 miejsc powinno być

dostępne z niskiej podłogi. Drzwi w układzie 2-2-2-2. Wszystkie drzwi umieszczone po prawej stronie pojazdu: pierwsze przed I osią, drugie pomiędzy I i II osią, trzecie za II osią, czwarte drzwi za III osią pojazdu. Powinien posiadać minimum po jednym miejscu dla wózka inwalidzkiego i wózka dziecięcego.

Pojazdy mają gwarantować 10-letnią eksploatację przy założeniu przejechania minimum 80 tys. kilometrów rocznie. Zasięg będzie uzależniony od liczby baterii, ale autobusy o zasięgu od 40 do 120 km między ładowaniami powinny różnić się wyłącznie liczbą modułowych magazynów energii, które w nich zainstalowano. Dopuszcza się inne niż baterie sposoby magazynowania energii. Autobus musi być też przystosowany do wymiany napędu z bateryjnego na ogniwa wodorowe w czasie nie dłuższym niż 10 dni roboczych. Producent musi zagwarantować żywotność baterii przez 10 lat. „Żywotność” oznacza, że ich sprawność nie spadnie w tym czasie poniżej 80 proc. stanu początkowego.

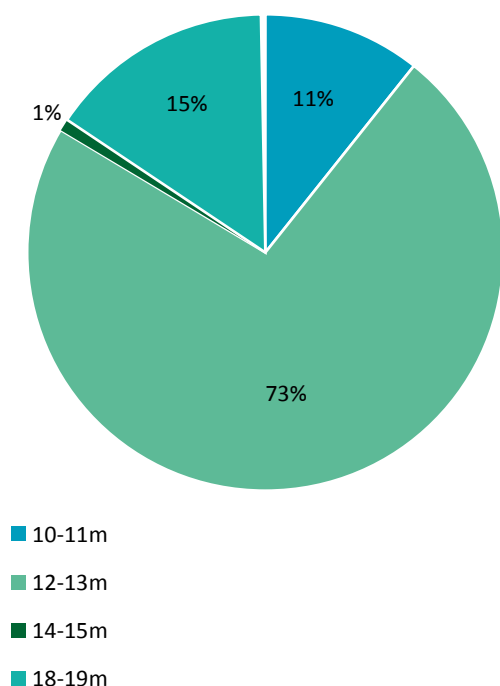
Pojazdy będą ładowane zarówno przez złącze plug-in, jak również pantografowo.

Autobusy powinny dawać możliwość jazdy autonomicznej co najmniej na poziomie trzecim klasyfikacji SAE. Oznacza to, że powinny być gotowe do samodzielnego manewrowania, czyli wjazdu od bramy zajezdni do wskazanego przez dyspozytora miejsca postoju, przejazdu do miejsca ładowania, rozpoczęcia ładowania i zakończenia po naładowaniu magazynów energii lub wydaniu takiego polecenia przez dyspozytora oraz powrotu na miejsce postoju lub do wskazanej bramy wyjazdowej.

Pojazdy będą ładowane kablem (plug-in), ale muszą też mieć możliwość zainstalowania pantografu – zarówno w wersji klasycznej, jak i odwróconej. Szybkie ładowanie pantografowe na krańcach linii od pustej baterii do jej całkowitej pojemności powinno trwać 10-15 minut, a w przypadku autobusów MEGA – 15-20 minut.

Autobusy powinny dawać możliwość jazdy autonomicznej co najmniej na poziomie trzecim. Oznacza to, że w ruchu miejskim

Długości autobusów elektrycznych, stan na 2017 r.



Źródło: Zeeus, Alexander Dennis

powinny same podjechać na przystanek i wjechać do zatoki, umożliwiając pasażerom otwarcie drzwi przyciskiem. Na zajezdni powinny być gotowe do samodzielnego manewrowania, czyli wjazdu od bramy do wskazanego przez dyspozytora miejsca postoju, przejazdu do miejsca ładowania, rozpoczęcia ładowania i zakończenia po naładowaniu magazynów energii lub wydaniu takiego polecenia przez dyspozytora oraz powrotu na miejsce postoju lub do wskazanej bramy wyjazdowej.

7.2. Co pomoże, a co przeszkodzi autobusom elektrycznym?

Wspomniany raport BNEF wymienia „zachęty” (drivers) i przeszkody (barriers), jakie stoją przed rozwojem branży elektrobusowej. Wśród czynników przyspieszających rewolucję elektrobusową wskazane jest przede wszystkim coraz większe zanieczyszczenie powietrza w miastach na całym świecie. Ten fakt ma coraz większe znaczenie dla polityki miejskiej i prowadzonej na szczeblu krajowym i ponadnarodowym. Miasta podejmują deklaracje o rezygnacji z najbardziej trującego powietrza transportu. W 2016 r. Paryż, Mexico City, Ateny i Madryt zadeklarowały wspólnie, że do 2025 r. zakażą poruszania się po centrach tych miast samochodów z silnikiem Diesla. Również inne miasta stawiają sobie podobne cele, choć w innym horyzoncie czasowym. W ramach grupy C40, która jest platformą współpracy największych miast na świecie (członkiem grupy jest Warszawa), 14 miast podpisało zobowiązanie, że od 2025 r. będą kupować tylko autobusy zeroemisyjne. Paryż w tym właśnie roku chce mieć flotę autobusową całkowicie elektryczną. Los Angeles wyznaczyło sobie termin na 2030 r. Stolica Polski niedawno zapowiedziała, że w ciągu najbliższych trzech lat będzie kupowała wyłącznie autobusy z napędem elektrycznym i gazowym. Przyczyną takiego wyboru jest właśnie troska o czyste powietrze.

Kolejnym czynnikiem zachęcającym do rozwoju branży będzie system promocji tego rozwiązania na szczeblu ponadmiejskim. W Polsce takim bodźcem są fundusze unijne, które pozwalają na sfinansowanie nawet 85 proc. kosztów zakupu elektrobusów, a niedługo będzie nim także szeroko zakrojony program e-Bus, który ma w zamyśle napędzić zarówno sferę badawczo-rozwojową i produkcyjną (100 mln zł przeznaczone na projekt „Polskiego Autobusu Elektrycznego”), jak i zakupy dzięki zapowiadanym systemom dotacji dla samorządów. Podobne fundusze istnieją też w innych krajach, np. w Wielkiej Brytanii na dofinansowanie zakupów elektrobusów w latach 2016-19 przeznaczono 30 mln funtów.

Równie istotne czynniki wspomagające to spadający całkowity koszt użytkowania pojazdów (TCO – total cost of ownership), co wiąże się ze wspomnianym wcześniej spadkiem ceny baterii, zmniejszenie zanieczyszczenia hałasem, a także – co można zaobserwować w Polsce – okazja dla władz państwowych na zbudowanie całkowicie nowej branży, która może wspomóc rozwój gospodarczy. Tu znów warto odwołać się do przykładu Chin.

Bariery dla ewentualnego rozwoju tej gałęzi gospodarki wymieniane przez analityków Bloomberg, które wciąż ją wstrzymują i powinny zostać przezwyciężone, mają wymiar głównie ekonomiczny i logistyczny. Wciąż wysoki koszt zakupu autobusu elektrycznego jest kłopotem tam, gdzie miasta nie mogą liczyć na poważne dotacje. Porównywanie TCO ma sens w biedniejszych krajach UE lub w Chinach, gdzie zakup elektrobusu w większości

może zostać sfinansowany przez zewnętrzne środki. Tam, gdzie ich nie ma, cena może mieć charakter zaporowy. Z tym wiąże się kolejna bariera, czyli trudność w realnym porównaniu kosztów tam, gdzie miasto wydaje „nieswoje” pieniądze.

Paradoksalnie przeszkodą może być... spadający koszt podzespołów, w tym baterii. Miasta i przewoźnicy zdają sobie sprawę z tego, że te elementy szybko tanieją, i mogą chcieć jeszcze trochę poczekać, aż będą one jeszcze tańsze.

Problemy, które zbiorczo można nazwać logistycznymi, to przede wspomniana we wcześniejszych rozdziałach konieczność ułożenia nowego modelu zarządzania flotą, bo autobusy elektryczne nie mogą być używane przez 24 godziny na dobę, jak w praktyce ma to miejsce w przypadku autobusów na olej napędowy. Do tego dochodzi brak doświadczenia w tym zakresie, podobnie jak brak doświadczenia w budowie i korzystaniu z niezbędnej infrastruktury, w tym niepewność w planowaniu kosztów potrzebnej energii do zasilania autobusów, czy wreszcie postępująca, ale wciąż niepełna standaryzacja infrastruktury do ładowania autobusów.

7.3. Tańsze, lepsze, mocniej wspierane

Biorąc pod uwagę powyższe, żeby autobusy elektryczne stały się podstawowym rodzajem pojazdów miejskich przedsiębiorstw transportowych, muszą zdarzyć się trzy rzeczy:

- muszą być one tańsze niż obecnie użytkowane pojazdy z silnikiem Diesla (czynnik ekonomiczny),
- muszą być one lepiej postrzegane niż obecnie użytkowane pojazdy z silnikiem Diesla (czynnik polityczny),
- muszą być one mocniej wspierane przez państwo (czynnik prawny).

Wyżej wymienionych czynników nie można rozpatrywać osobno. Każdy z nich wpływa na pozostałe. Wspieranie elektromobilności przez państwo obniża jej koszty dla przewoźników. Im autobusy tańsze, tym łatwiej przekonać wyborców, by właśnie w taką technologię inwestować. Z drugiej strony wspomniane Chiny zainwestowały w elektromobilność z powodów ekologicznych (chińskie miasta należą do najbardziej zanieczyszczonych na świecie), bo te kwestie wpływają pośrednio i bezpośrednio na finanse tego kraju.

Rząd brytyjski przedstawił w połowie 2017 r. plan całkowitego zakazu produkcji i sprzedaży samochodów napędzanych benzyną lub olejem napędowym do 2040 r. Został on bowiem zobowiązany przez tamtejszy Sąd Najwyższy, by ograniczyć zanieczyszczenie powietrza, które według badań jest przyczyną śmierci ok. 40 tys. osób rocznie.

Nie można zresztą całkowicie odrywać upowszechnienia autobusów elektrycznych od generalnego rozwoju elektromobilności jako kolejnego etapu rozwoju całej motoryzacji, w której zmiana rodzaju paliwa wydaje się pewna, bo mówią

o niej nawet osoby, których najeżałoby podejrzewać raczej o miłość do ropy naftowej. Ben van Beurden, prezes koncernu Shell, największego europejskiego koncernu paliwowego, zapowiedział w połowie 2017 r., że jego kolejne auto będzie miało napęd elektryczny.

W Polsce realizację czynnika ekonomicznego zapewniają dziś fundusze unijne, z których przyznawane jest dofinansowanie do zakupu zarówno pojazdów, jak i infrastruktury, i programy wsparcia takie jak GEPARD. Niedługo dojdzie do tego wsparcie rządowe w ramach konkursu NCBR Bezemisijny Transport Publiczny. Wsparcie polityczne (czynnik drugi) jest dziś oczywiste, bo elektromobilność to kluczowy element rządowej Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. Czynnik prawny z kolei zapewnia przyjęta na początku roku ustawa o elektromobilności, która wprowadza szereg zachęt i wymogów mających skłonić samorządy do inwestycji w elektromobilność.

Nawet bez zachęt ze strony państwa polskie firmy prowadzą prace badawczo-rozwojowe w zakresie elektromobilności. W dalszej części raportu przedstawiono przykłady zarówno producenta taboru, który znalazł niszę w istniejącej już branży (Modertrans), producenta infrastruktury do ładowania autobusów (Ekoenergetyka), jak i firmy z przyszłościowej gałęzi związanej z autonomizacją transportu (Aptiv).



Fot. Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie

OTOCZENIE INSTYTUCJONALNE **SPOSOBY FINANSOWANIA**

8. Otoczenie instytucjonalne oraz sposoby finansowania

8.1. Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz inne przepisy istotne z punktu widzenia podmiotów kupujących autobusy

W marcu 2017 r. Rada Ministrów przyjęła dokument pn. Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych¹³¹. Kluczowym postulatem jest założenie osiągnięcia do 2025 r. liczby 1 mln pojazdów elektrycznych w Polsce. Nie wskazano konkretnie, ile w tej liczbie mieścić się ma autobusów.

Z punktu widzenia inwestycji w autobusy elektryczne, zwłaszcza w zakresie podmiotów funkcjonujących w obszarze publicznego transportu zbiorowego, kluczowe są następujące zapisy przywołanego dokumentu wyznaczające cele związane z rozwojem elektromobilności w Polsce:

- wprowadzenie obowiązku wykorzystywania pojazdów niskoemisyjnych przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne (poprzez wprowadzenie nowej ustawy),
- wsparcie rozwoju publicznego transportu niskoemisyjnego (poprzez wsparcie dla budowy szybkich ładowarek dla autobusów elektrycznych).

Ad. 1. W Krajowych ramach... wskazano, że zmiana floty przedsiębiorstw realizujących usługi publiczne¹³² powinna następować stopniowo i być związana z naturalną wymianą floty pojazdów, szczególnie w początkowym okresie. Aby uniknąć

nadmiernych kosztów wymiany pojazdów, proces ten należy rozłożyć na 10 lat. W dokumencie podkreślono, że w pierwszej kolejności obowiązkiem wymiany powinny zostać objęte przedsiębiorstwa realizujące usługi we wskazanych w opracowaniu 32 aglomeracjach i obszarach gęsto zaludnionych. Na tej liście znalazły się wszystkie miasta wojewódzkie oraz Gdynia, Częstochowa, Radom, Sosnowiec, Gliwice, Zabrze, Bielsko-Biała, Bytom, Ruda Śląska, Rybnik, Tychy, Dąbrowa Górnicza, Elbląg i Płock. Należy tu podkreślić, że biorąc pod uwagę aglomeracyjny charakter transportu publicznego w tych ośrodkach (czego charakterystyczną cechą jest powierzanie przez mniejsze JST organizacji publicznego transportu zbiorowego zarządowi transportu z miasta-rdzienia aglomeracji), z oczywistych względów obowiązek ten obejmie również inne miejscowości niż wskazane wyżej 32 miasta.

W dokumencie podkreślono jednocześnie, że wykorzystanie przez przedsiębiorstwa usług publicznych flot pojazdów niskoemisyjnych powinno być dodatkowo punktowane w ramach przetargów. Dokument wskazuje również, że należy opracować katalog instrumentów wsparcia, które mogą zostać wykorzystane przez firmy do zakupu pojazdów niskoemisyjnych, przede wszystkim ze środków UE.

Ad. 2. Wsparcie rozwoju publicznego transportu niskoemisyjnego ma się objawiać przede wszystkim poprzez:

- wsparcie budowy szybkich ładowarek dla autobusów elektrycznych (w dokumencie wskazano, że szybkie ładowarki, rozmieszczone szczególnie na przystankach końcowych danej linii, pomagają w sposób szybki uzupełnić energię w bateriach autobusów, co w efekcie pozwala na lepsze wykorzystanie autobusu),
- wsparcie finansowe (w tym dla budowy ładowarek),
- wsparcie legislacyjne (ułatwienie procesu inwestycyjnego przy budowie instalacji, np. nowelizacja Prawa budowlanego).

Przywołany dokument, oprócz wyznaczenia ram rozwoju pojazdów elektrycznych, podejmuje też tematykę rozwoju rynku pojazdów napędzanych gazem ziemnym oraz kwestię montażu nowoczesnych instalacji energetycznych w portach morskich i lotniczych.

Przyjęcie przez Radę Ministrów Krajowych ram... – oraz związana z nimi nowelizacja prawa (o czym w dalszej części) – jest powiązane z koniecznością dostosowania polskiego prawa do wymogów prawa unijnego. W 2014 r. przyjęto dyrektywę ws. rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych¹³³. Dokument ten ustanawia ogólne wymogi dotyczące budowy infrastruktury paliw alternatywnych, przede wszystkim w zakresie punktów ładowania dla pojazdów elektrycznych, a także punktów tankowania gazu ziemnego oraz punktów

131. Uchwała Rady Ministrów z dnia 29 marca 2017 r.

132. Oprócz przedsiębiorstw transportowych wymieniono tu również m.in. przedsiębiorstwa związane z gospodarką komunalną czy bezpieczeństwem sanitarnym.

133. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 307/1).

tankowania wodoru. W kontekście rozwoju rynku autobusów elektrycznych w Polsce dyrektywa narzuciła na państwa członkowskie m.in. konieczność:

- oceny przyszłego rozwoju rynku w odniesieniu do paliw alternatywnych w sektorze transportu, w tym świetle ich ewentualnego jednoczesnego i łącznego stosowania, oraz oceny rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych,
- wskazania środków, które mogą wspierać rozwój infrastruktury paliw alternatywnych w usługach transportu publicznego (wraz ze wskazaniem aglomeracji miejskich/podmiejskich, innych obszarów gęsto zaludnionych i sieci, które – w zależności od potrzeb rynkowych – mają być wyposażone w publicznie dostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych).

Najważniejszym obecnie dokumentem związanym z rozwojem rynku autobusów elektrycznych w Polsce narzucającym konkretne rozwiązania w tym zakresie jest Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych¹³⁴. Stanowi ona implementację do polskiego prawa zapisów dyrektywy 2014/94/UE.

Podobnie jak przywołane wcześniej Krajowe ramy... oraz dyrektywa 2014/94/UE, także ustawa o elektromobilności podejmuje tematykę nie tylko rozwoju rynku pojazdów elektrycznych. Jej głównym celem jest określenie:

- warunków rozwoju i zasad rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie,
- zasad świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania gazem ziemnym,
- obowiązków korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez przedsiębiorstwa sektora publicznego.

Kluczowy z punktu widzenia rozwoju rynku autobusów elektrycznych jest zapis art. 36 (ust. 1) przywołanej ustawy narzucający na większe gminy i powiaty (wszystkie, których liczba mieszkańców przekracza 50 tys.) konieczność stosowania taboru zeroemisyjnego. Zgodnie z zapisami art. 86 (ust. 4) tej ustawy, wymagany udział autobusów zeroemisyjnych we flotach ma wynieść co najmniej 5 proc. do początku 2021 r., co najmniej 10 proc. do początku 2023 r. i co najmniej 30 proc. do początku 2028 r.

W związku z wejściem w życie ustawy nie brakowało głosów, że poprzez wprowadzenie tego rodzaju zapisów do pewnego stopnia wykluczona została możliwość stosowania niektórych innych paliw alternatywnych z racji faktu, że pojazdy na

tego rodzaju paliwa w myśl przepisów nie są „zeroemisyjne”, lecz „niskoemisyjne”. Może to prowadzić zatem do zachwiania zdrowej rywalizacji pomiędzy konkurencją różnych technologii¹³⁵, przy czym dotyczy to przede wszystkim pojazdów zasilanych CNG, gdyż np. autobus zasilany wodorem jest zgodnie z ustawą o elektromobilności¹³⁶ autobusem zeroemisyjnym.

Jednocześnie ustawa (art. 37) narzuciła na samorządy zobligowane do użytkowania taboru zeroemisyjnego konieczność sporządzania (co 36 miesięcy) analizy kosztów i korzyści (AKK) związanej z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych¹³⁷. Oprócz elementów typowych dla AKK, tj. analizy finansowo-ekonomicznej, ekspertyza ta ma zawierać również oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi oraz analizę społeczno-ekonomiczną uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

Co ważne, Ustawa o elektromobilności mówi, że jeśli wyniki AKK wskazują na brak korzyści z tytułu stosowania floty zeroemisyjnej, wówczas dana JST nie ma obowiązku stosowania pojazdów zeroemisyjnych w takim wymiarze, w jakim w danym momencie narzuca na nią ustawa, przy czym dotyczy to wyłącznie danego okresu obowiązywania wyników AKK (tj. najbliższych 36 miesięcy) – zatem na jednostkowych wynikach ekspertyzy, ewentualnie wskazującej na brak konieczności posiadania odpowiedniej floty niskoemisyjnej przez najbliższe trzy lata, nie powinno się długofalowo planować rozwoju transportu publicznego.

Ustawa narzuciła również dodatkowe obowiązki na samorządy posiadające plany zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego („planu transportowe”). Nowe przepisy (art. 12 ust. 1a) zakładają bowiem, że jeśli plan transportowy przewiduje wykorzystanie autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych gazem ziemnym, to musi określać także:

- geograficzne położenie stacji gazu ziemnego,
- geograficzne położenie infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego (tj. punkty ładowania lub tankowania wodoru),
- miejsce przyłączenia do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej (planowanej infrastruktury ładowania) lub sieci dystrybucyjnej gazowej (planowanej stacji gazu ziemnego) lub magazynu energii.

W takiej sytuacji plan transportowy podlega obowiązkowo konsultacjom z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego bądź gazowego.

134. Dz. U. z 2018 r., poz. 317.

135. <http://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/ustawa-o-elektromobilnosci-uderzy-w-gminy-co-z-autobusami-na-gaz,93717.html>; <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/pspa-polske-czeka-autobusowa-rewolucja-58052.html> [dostęp 22.08.2018 r.].

136. Zgodnie z art. 2 ust. 1 ww. ustawy „autobus zeroemisyjny” to „autobus (...) wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych (...) oraz trolejbus”.

137. Oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w Ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

8.2. Prawo zamówień publicznych i problem najniższej ceny (tryb partnerstwa innowacyjnego na przykładzie BTP NCBR)

Projekty związane z rozwojem elektromobilności mają szansę jako jedne z pierwszych w praktyce być realizowane w trybie partnerstwa innowacyjnego. Program – Bezemisyjny transport publiczny (więcej na jego temat – w pkt. 3.4) wdrażany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju będzie pierwszym działaniem NCBR, w którym zastosowany zostanie mechanizm takiego partnerstwa¹³⁸.

Jest to stosunkowo nowy tryb procedury przetargowej dopuszczony w 2016 r. na mocy nowelizacji Prawa zamówień publicznych¹³⁹. Zgodnie z obecnymi zapisami ustawy PZP partnerstwo innowacyjne to tryb udzielenia zamówienia, w którym w odpowiedzi na publiczne ogłoszenie o zamówieniu zamawiający zaprasza wykonawców dopuszczonych do udziału w postępowaniu do składania ofert wstępnych, prowadzi z nimi negocjacje, a następnie zaprasza do składania ofert na opracowanie innowacyjnego produktu, usług lub robót budowlanych niedostępnych na rynku oraz sprzedaż tych produktów, usług lub robót budowlanych.

Mianem „innowacyjnego produktu, usługi lub roboty budowlanej” PZP określa nowy lub znacznie udoskonalony produkt, usługę lub proces, w tym proces produkcji, budowy lub konstrukcji, nową metodę marketingową lub nową metodę organizacyjną w działalności gospodarczej, organizowaniu pracy lub relacjach zewnętrznych¹⁴⁰.

Zgodnie z ustawą PZP postępowanie partnerstwa innowacyjnego prowadzi się analogicznie jak w trybie zaproszenia do negocjacji¹⁴¹. Ustawa wskazuje wprost, że zamawiający może zawrzeć umowę zarówno z jednym, jak i z kilkoma partnerami, przy czym w przypadku partnerstwa innowacyjnego z kilkoma partnerami zamawiający nie ujawnia pozostałym partnerom proponowanych rozwiązań ani innych informacji poufnych udzielanych przez innego partnera bez jego

zgody¹⁴². PZP jednoznacznie wskazuje również, że partnerstwo innowacyjne musi być podzielone na etapy odpowiadające kolejności działań w procesie badawczo-rozwojowym, w szczególności może obejmować opracowanie prototypów oraz wytworzenie produktów, świadczenie usług lub ukończenie robót budowlanych. W związku z tym zamawiający ustala cele pośrednie (powiązane również z sukcesywnym wypłaceniem wynagrodzenia) związane z kolejnymi etapami procesu badawczego i jego realizacji. Prawem zamawiającego jest również możliwość zakończenia partnerstwa innowacyjnego po każdym z ww. etapów – pod warunkiem, że w specyfikacji istotnych warunków zamówienia wskazana została taką opcja oraz określone zostały warunki skorzystania z niej¹⁴³.

Wspomniana nowelizacja Ustawy PZP z 2016 r. nie tylko dotyczyła wprowadzenia trybu partnerstwa innowacyjnego, ale także znacznie zmniejszyła możliwość rozstrzygania postępowań publicznych wyłącznie na podstawie kryterium najniższej ceny. Obecne przepisy wskazują na możliwość stosowania ceny jako jedyne kryterium (lub kryterium o wadze przekraczającej 60 proc.) tylko jeżeli przedmiot zamówienia ma ustalone standardy jakościowe odnoszące się do wszystkich istotnych cech przedmiotu zamówienia, a zamawiający wykaże, w jaki sposób zostały uwzględnione w opisie przedmiotu zamówienia koszty cyklu życia. Wyjątek (tj. możliwość bezwarunkowego udzielenia zlecenia wykonawcy oferującemu najniższą cenę) dotyczy jedynie małych zamówień rozstrzyganych w trybie zapytania o cenę bądź licytacji elektronicznej¹⁴⁴. M.in. z tego względu w zakresie zapisów PZP nt. partnerstwa innowacyjnego wskazano również np., że zamawiający wybiera najkorzystniejszą ofertę w trybie partnerstwa innowacyjnego, która przedstawia najkorzystniejszy bilans ceny lub kosztu i innych kryteriów odnoszących się do przedmiotu zamówienia¹⁴⁵.

8.3. Fundusz Niskoemisyjnego Transportu

Główną barierą stanowiącą o małym jak dotąd rozwoju rynku autobusów elektrycznych w Polsce jest cena elektrobusesów. Nie stanowią jej natomiast aspekty prawne. Przedstawiciele samorządów terytorialnych w zakresie ew. ograniczeń prawnych zgłaszają najczęściej tylko drobne kwestie takie jak np. niepotrzebny zdaniem samorządów obowiązek przeprowadzania przez Urząd Dozoru Technicznego badań technicznych

138. <https://www.ncbr.gov.pl/programy/fundusze-europejskie/poir/emobility/> [dostęp 22.08.2018].

139. Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz.U.2017 poz. 1579).

140. Ustawa PZP, art. 73a.

141. Ustawa PZP, art. 57, 58, 73e.

142. Ustawa PZP, art. 73g.

143. Ustawa PZP, art. 73h.

144. Ustawa PZP, art. 91.

145. Ustawa PZP, art. 73f.

infrastruktury ładowania przed oddaniem jej do eksploatacji, a także każdorazowo w przypadku naprawy lub modernizacji zamiast dokonania samego zgłoszenia takiego faktu do UDT¹⁴⁶. Narzucenie konieczności rozwoju floty taboru bezemisyjnego wpisuje się bowiem w – obserwowane zwłaszcza w największych miastach – dążenie do zmniejszenia szkodliwego oddziaływania transportu na zanieczyszczenie powietrza czy wskaźniki hałasu, a zwiększenie liczby pojazdów elektrycznych – pomijając kwestię kosztów – które są zeroemisyjne i praktycznie nieemitujące hałasu, wpisuje się w ten trend.

Według stanu na czerwiec 2018 r. w Polsce zarejestrowane były 103 autobusy elektryczne, z czego najwięcej – 31 – w Warszawie. W przypadku kolejnych 107 pojazdów zakończone zostały postępowania przetargowe i trwała ich produkcja (największy przetarg, na 47 autobusów, rozstrzygnęła Zielona Góra – było to jak dotąd największe tego rodzaju postępowanie w Polsce), w przypadku kolejnych 41 pojazdów trwało postępowanie przetargowe, a na 193 pojazdy (większość z planem dostaw w 2018 lub 2019 r.) przyznane było dofinansowanie ze środków pomocowych. Ww. dofinansowanie dla 193 pojazdów to działania niezależne od projektu Bezemisyjny Transport Publiczny (o którym mowa poniżej).

Według szacunków Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii liczba elektrobuses w Polsce na koniec 2019 r. wynosić będzie więc ok. 440 sztuk¹⁴⁷. W związku z powyższym, biorąc pod uwagę przeciętną cenę 1 elektrobusego wynoszącą ok. 2-2,5 mln zł, należy przyjąć, że dotychczasowa wartość tego rynku w Polsce to ok. 900 mln zł. Jest to stosunkowo niedużo, jeśli porównać tę sumę z ogólną wielkością inwestycji w tabor transportowy. Jednak biorąc pod uwagę opisane wyżej okoliczności determinujące rozwój tego rynku, można stwierdzić, że jego wartość w najbliższych latach bez wątpienia wielokrotnie wzrośnie.

Wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych sprawiają, że nieodzowne jest znaczące wsparcie ze środków pomocowych dla podmiotów dokonujących inwestycji we flotę taborową. Do głównych środków pomocowych zaliczyć należy:

Fundusz Niskoemisyjnego Transportu (FNT). Kluczowy krajowy program pomocowy związany z rozwojem transportu niskoemisyjnego i bezemisyjnego. Jego wartość wynosić ma 9 mld zł. FNT powstał na mocy Ustawy z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw¹⁴⁸. Zgodnie z jej postanowieniami (nowy art. 28z Ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych¹⁴⁹) dysponentem FNT jest minister właściwy ds. energii, a zarządzanie FNT powierza się Narodowemu Funduszowi Ochrony Środowiska i Gospodarki

Wodnej. Z kolei Bank Gospodarstwa Krajowego prowadzi obsługę bankową FNT oraz świadczy usługi konsultacyjno-doradcze w sprawach finansowych.

Zgodnie z nowymi przepisami (nowy art. 28zd) przychodami FNT są:

- dotacje celowe z budżetu państwa w wysokości do 1,5 proc. planowanych w poprzednim roku budżetowym wpływów z podatku akcyzowego od paliw silnikowych; wysokość dotacji celowej określa ustawa budżetowa w części budżetowej, której dysponentem jest minister właściwy ds. energii,
- odsetki od wolnych środków Funduszu przekazanych w zarządzanie zgodnie z przepisami o finansach publicznych,
- środki przekazywane przez operatora systemu przesyłowego elektroenergetycznego w wysokości 0,1 proc. uzasadnionego zwrotu z kapitału zaangażowanego w wykonywaną działalność gospodarczą w zakresie przesyłania energii elektrycznej,
- wpływy z tytułu opłaty zastępczej (OZE),
- wpływy z tytułu opłaty emisyjnej w części przypadającej FNT¹⁵⁰,
- inne przychody.

Środki FNT mają być przeznaczane na dofinansowanie projektów związanych z elektromobilnością oraz na dofinansowanie projektów związanych z rozwojem paliw alternatywnych (m.in. wsparcie budowy lub rozbudowy infrastruktury dla dystrybucji lub sprzedaży sprężonego gazu ziemnego CNG lub skroplonego gazu ziemnego LNG, w tym pochodzącego z biometanu albo wodoru lub budowy albo rozbudowy infrastruktury do ładowania pojazdów energią elektryczną wykorzystywanych w transporcie¹⁵¹). FNT będzie wspierał m.in. producentów środków transportu, samorządy i inne podmioty inwestujące w modernizację floty transportowej oraz wytwórców biokomponentów. Z FNT będą również wydatkowane środki na promocję i edukację w zakresie wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie.

146. <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/samorzady-nie-boja-sie-ustawy-o-elektromobilnosci-4460.html> [dostęp 26.08.2018].

147. Na podstawie www.mpit.gov.pl oraz www.infobus.pl [dostęp 22.08.2016 r.].

148. Dz.U. 2018 poz. 1356.

149. Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1199 z późn. zm.

150. Nowelizacja ustawy wprowadziła opłatę emisyjną w wysokości 80 zł od 1000 l wprowadzonych na polski rynek: benzyny silnikowej i oleju napędowego. Środki z opłaty emisyjnej stanowiąc będą przychód Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej - NFOŚiGW (85%) i FNT (15%).

151. Art. 28ze znowelizowanej ustawy.

FNT ma funkcjonować do 2027 r. Maksymalny limit wydatków z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu ma wynosić w kolejnych latach:

- 2018 r. – 500 000 zł;
- 2019 r. – 340 600 000 zł;
- 2020 r. – 516 198 000 zł;
- 2021 r. – 617 457 000 zł;
- 2022 r. – 815 045 000 zł;
- 2023 r. – 839 404 000 zł;
- 2024 r. – 865 214 000 zł;
- 2025 r. – 892 083 000 zł;
- 2026 r. – 919 417 000 zł;
- 2027 r. – 946 726 000 zł.

Bezemisijny Transport Publiczny – GEPARD2. Operatorem środków w tym – wspomnianym już wcześniej – programie, podobnie jak w przypadku FNT, jest NFOŚiGW. W ramach programu, w 2017 r. nawiązano współpracę z 26 miastami – organizatorami PTZ – oraz z Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolią. Ww. partnerzy projektu będą się mogli ubiegać o dofinansowanie lub niskoprocentową pożyczkę na realizację projektów związanych z zakupami i wdrażaniem taboru niskoemisyjnego. Pozyskane środki mogą być przeznaczone na zakup taboru lub infrastruktury związanej z taborem niskoemisyjnym. Budżet projektu wynosi 2,2 mld zł (przewiduje się pozyskać w najbliższych latach w ramach tego projektu ok. 1000 pojazdów nowej generacji), na co składa się 1 mld zł na dofinansowania oraz 1,2 mld zł na pożyczki. Zakłada się, że kolejne 0,1 mld zł zostanie przeznaczone na wsparcie procesów badawczych związanych z rozwojem transportu zeroemisyjnego¹⁵². Program jest kontynuacją analogicznego programu GEPARD (drugi i ostatni nabór wniosków zakończył się w marcu br.; wartość pierwszego programu GEPARD wynosiła 200 mln zł; część z ww. 193 autobusów elektrycznych z przyznanym obecnie dofinansowaniem dotyczy właśnie pierwszego programu GEPARD).

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko. W ramach obecnej perspektywy POIiŚ środki na transport zeroemisyjny rozdysponowywane są w ramach działania

6.1 („Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach”) oraz 2.1 („Polska Wschodnia. Zrównoważony transport miejski”). W zakresie ubiegania się o środki z działania 6.1 dofinansowywane są (do poziomu 75 proc.) inwestycje w tabor szynowy bądź autobusowy spełniający co najmniej normę EURO VI, przy czym w przypadku transportu drogowego priorytetowo traktowane są zakupy pojazdów o napędzie alternatywnym oraz infrastruktury z nimi związanej. Działanie 2.1 jest analogicznym projektem skierowanym do województw wschodnich (warmińsko-mazurskie, podlaskie, lubelskie, świętokrzyskie, podkarpackie) w zakresie rozwoju nowoczesnych form transportu w najważniejszych miastach w tych województwach. Maksymalny poziom dofinansowania w tym działaniu wynosi 85 proc..

Regionalne programy operacyjne. W każdym z 16 programów RPO znajduje się oś priorytetowa „Transport”, w ramach której przeznaczono środki pomocowe na zakup nowego taboru autobusowego, w tym na pozyskanie niskoemisyjnego lub zeroemisyjnego taboru autobusowego oraz infrastruktury z nim związanej. Maksymalna wysokość dofinansowania w ramach RPO to 85 proc.

Inne mechanizmy wsparcia związane z funduszami UE:

- programy/inicjatywy zapewniające wsparcie np. na etapie przygotowania inwestycji takie jak np. ELENA¹⁵³ czy JASPERS¹⁵⁴,
- projekty związane ze wsparciem przy pozyskaniu finansowania (gwarancje, pożyczki bankowe) takie jak JESSICA¹⁵⁵ czy Europejski Fundusz na Rzecz Inwestycji Strategicznych¹⁵⁶,
- specjalne programy pomocowe Komisji Europejskiej¹⁵⁷.

W ramach obecnej perspektywy finansowej UE (2014-20) w programach/działaniach pomocowych dla Polski, w ramach których można się ubiegać o środki na tego rodzaju przedsięwzięcia, dostępne jest w sumie 11,4 mld zł, nie licząc wspomnianych wyżej możliwości uzyskania innej pomocy (wsparcie eksperckie czy pomoc przy uzyskaniu pożyczek bankowych)¹⁵⁸.

152. Dofinansowanie działań ograniczających niską emisję. Michał Leszczyński, WFOŚiGW w Gdańsku, prezentacja 7.02.2018.

153. Inicjatywa Komisji Europejskiej i Europejskiego Banku Inwestycyjnego, w ramach której udzielane są dotacje na wsparcie techniczne dla projektów wdrażających rozwiązania zwiększające wydajność energetyczną, między innymi w transporcie miejskim. Dofinansowywane są m.in. prace eksperckie, studialne etc.

154. inicjatywa Komisji Europejskiej, Europejskiego Banku Inwestycyjnego i Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju, mająca na celu wsparcie eksperckie (doradztwo na etapie przygotowania i realizacji projektu). Wsparcie JASPERS dotyczy zazwyczaj tylko dużych projektów.

155. Inicjatywa Komisji Europejskiej, Europejskiego Banku Inwestycyjnego oraz Banku Rozwoju Rady Europy, mająca na celu wsparcie inwestycji w obszarach miejskich.

156. Inicjatywa Europejskiego Banku Inwestycyjnego wspierająca programy o charakterze naukowo-badawczym. Dotyczy również projektów związanych z rozwojem transportu publicznego.

157. Takie jak np. program CIVITAS DYN@MO (DYNamic citizens @ctive for sustainable MOBility) – europejski projekt realizowany w ramach inicjatywy CIVITAS II PLUS, finansowany z Programu Ramowego Komisji Europejskiej. Celem projektu, w którym uczestniczą 4 miasta, w tym Gdynia, jest wdrożenie rozwiązań w dziedzinie mobilności miejskiej oraz wymiana doświadczeń pomiędzy uczestnikami. W przypadku Gdyni, efektem jest m.in. wprowadzenie linii trolejbusowych pokonujących część trasy poza siecią, a także zwiększenie liczby taboru trolejbusowego wyposażonego w baterie.

158. Na podstawie: Raport: Paliwa alternatywne w komunikacji miejskiej, op.cit., s. 41-45; <https://www.zdiz.gdynia.pl/projekty-unijne/civitas-dynamo?06e7392270e935c30781fc986ac74569=0561d271faa87c35e> [dostęp 22.08.2018 r.].

8.4. Bezemisyjny Transport Publiczny i Program E-Bus

Jednym z podstawowych elementów Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, czyli przyjętego przez rząd planu rozwoju gospodarczego Polski na najbliższe lata, jest program E-Bus. Ponieważ jednym z kół zamachowych polskiej gospodarki ma być elektromobilność, Ministerstwo Energii, Ministerstwo Rozwoju, a także powstałe niedawno Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii pilotują wspomniany program, który ma na celu zbudowanie nad Wisłą rynku autobusów elektrycznych. W szczególności oznacza to jednocześnie stworzenie rynku zbytu dla polskich firm produkujących autobusy elektryczne, podzespoły do nich i potrzebną do ich działania infrastrukturę, jak i stworzenie dla miast odpowiedniej oferty w tym zakresie i systemu wsparcia potrzebnego dla takich zakupów.

Założenia programu E-Bus wskazują, że do 2025 r. polski rynek autobusów elektrycznych osiągnie wartość ok. 2,5 mld zł rocznie, co jest wartością równą cenie ok. tysiąca elektrobusów, powstanie do tego czasu Polski Autobus Elektryczny, czyli konkurencyjny produkt zaprojektowany i zbudowany w Polsce, a także rozwinię się polskie zaplecze badawczo-rozwojowe w tym zakresie.

W ramach programu Bezemisyjny Transport Publiczny pod koniec 2017 r. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju uruchomiło postępowanie przetargowe prowadzone w formule partnerstwa innowacyjnego. Zakłada ono zawarcie umów na realizację zamówienia z więcej niż jednym wykonawcą. Podmioty te będą proponować swoje rozwiązania w kolejnych fazach. Postępowanie składa się z części badawczej, na którą NCBR przeznaczy 100 mln zł, i następującej po niej części wdrożeniowej, która będzie finansowana ze środków miast i dofinansowania pochodzącego z NFOŚiGW. Wykonawcy dopuszczeni do realizacji projektu mają zaprojektować i wprowadzić do produkcji seryjnej bezemisyjne pojazdy transportu publicznego. W celu realizacji programu NCBR zawarł również umowy z miastami i samorządami (dziś w programie jest ich 26) oraz z Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolią zrzeszającą 41 gmin. Jednostki te zadeklarowały łącznie kupno do tysiąca autobusów powstałych w wyniku realizacji programu. Pod koniec 2017 r. NCBR zawarło umowę z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na dofinansowanie miastom zakupu pojazdów. W sumie w puli jest ok. 2,2 mld zł, z tego miliard zostanie rozdysponowany w formie bezzwrotnych dotacji.

W programie Bezemisyjny Transport Publiczny miasta pełnią rolę współzamawiających – w przetargu biorą udział m.in. warszawskie MZA, MPK Kraków czy Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia, ale też mniejsze ośrodki takie jak Tczew czy Zakliczyn. Uczestnicy zadeklarowali kupno pięciu autobusów, które spełnią ich założenia, jeśli spełnione będą minimalne kryteria dotyczące wydajności i ceny. Kolejne pojazdy – w sumie 201 autobusów – trafi do miast, jeśli te otrzymają na to dofinansowanie. Miasta zadeklarowały zakup do 876 pojazdów w ramach prawa opcji.

Zakup konkursowych autobusów planują Bydgoszcz, Częstochowa, Gdynia, Jaworzno, Kraków, Krosno, Lublin, Łomża, Mielec, Nowy Sącz, Płock, Rzeszów, Siedlce, Sieradz, Sosnowiec, Starachowice, Szczecin, Tczew, Tomaszów Mazowiecki, Toruń, Tychy, Warszawa, Wejherowo, Wrocław, Zakliczyn i Żyrdów oraz gminy zrzeszone w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, następcy Komunikacyjnego Komunalnego Związku GOP.

Efektom programu będą więc nowoczesne i przetestowane autobusy w trzech wersjach – MIDI, standardowej MAXI, a także przegubowej MEGA. Co warto uwagi, autobusy muszą mieć możliwość zastosowania wymiennych modułów zapewniających wzajemną zastępowalność różnych rodzajów magazynów energii (np. baterii trakcyjnych i wodorowych ogniw paliwowych z zasobnikiem wodoru). Miasta muszą zachować możliwość ewentualnej zmiany napędu w ramach napędów bezemisyjnych w zależności od potrzeb ekologicznych czy ekonomicznych lub rozwoju konkretnych technologii.

Poza tym autobusy muszą być zdolne do jazdy autonomicznej przynajmniej na terenie zajezdni na poziomie 3 SAE, co oznacza, że autobus może jeździć całkowicie autonomicznie, choć kierowca w każdym momencie ma możliwość przejęcia prowadzenia.

Postępowanie w ramach programu BTP składa się z dwóch faz: badawczej i wdrożeniowej. Fazę badawczą rozpisano na trzy etapy. W pierwszym, dotyczącym opracowania dokumentacji pojazdu etapie założono udział maksymalnie 30 kandydatów. Do drugiego etapu trafi nie więcej niż siedmiu oferentów, którzy będą musieli przedstawić do oceny prototypowe autobusy w wersji 12-metrowej. W trzecim etapie znajdzie się nie więcej niż trzech producentów, których autobusy w wersji MIDI, MAXI i MEGA o parametrach, które opisaliśmy wcześniej, zostaną przetestowane w rzeczywistych warunkach. Do fazy wdrożeniowej mogą zostać dopuszczeni trzej najlepsi producenci.

Do pierwszego etapu zgłosiło się jednak mniej podmiotów niż zakładano, tj. dziewięć. Pod koniec lipca ogłoszono listę ośmiu firm i konsorcjów, które zakwalifikowano do postępowania. Finałnie do NCBR wpłynęły oferty wstępne od siedmiu wykonawców. Siedem firm i konsorcjów uczestniczących w procesie to:

- Solaris Bus & Coach S.A.,
- Konsorcjum VOLVO Polska Sp. z o.o., VOLVO Bus Corporation AB,
- Konsorcjum Autosan Sp. z o.o., Instytutu Elektrotechniki, WB Electronics S.A., Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o.,
- Konsorcjum Ursus Bus S.A., Ursus S.A., Zakładu Elektroniki Przemysłowej ENIKA Sp. z o.o., Innovative Trade and Product Strategies Sp. z o.o., ITM Poland S.A.,
- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów,
- Politechnika Śląska,
- PBG Operator Sp. z o.o.

Planuje się, aby faza wdrożeniowa, czyli dostawa bezemisyjnych pojazdów transportu publicznego, zakończyła się do końca 2023 r.



Fot. Modertrans

ZREALIZOWANE PROJEKTY Z ZAKRESU ELEKTROMOBILNOŚCI

9. Zrealizowane projekty z zakresu elektromobilności

9.1. Modertrans

Historia zakładu tramwajowego sięga roku 1880, gdy w Poznaniu zaczęły kursować tramwaje. Modertrans w swojej obecnej formie został założony w 2005 r. na bazie konsolidacji Zakładu Napraw Autobusów i Wydziału Napraw Tramwajów – obu należących do Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Poznaniu. Obecnie głównym udziałowcem jest MPK Poznań (75,92 proc.), a pozostałe udziały należą do Zakładów Napraw Autobusowych, które z kolei są własnością miasta Poznań.

Głównym profilem działalności przedsiębiorstwa jest modernizacja i produkcja częściowo-niskopodłogowych tramwajów, a od niedawna także i pojazdów w pełni niskopodłogowych. Modertrans ofertuje też wózki tramwajowe, naprawy powypadkowe i główne (np. RT6N1 dla MPK Poznań), naprawy wagonów historycznych (np. wagon Carl Weyer z 1905 r.), a ponadto opracowywanie dokumentacji dla modernizacji przeprowadzanej przez inne przedsiębiorstwa (np. GT8S dla MPK Kraków). Jak dotąd Modertrans wyprodukował ponad 300 wagonów dla trzech polskich miast, a także ponad 370 wózków.

Modertrans rozpoczął działalność od modernizacji wysokopodłogowych tramwajów z rodziny Konstal 105N/Na, które tworzą tzw. rodzinę Moderus Alfa. Obecnie pojazdy z tej serii są eksploatowane w Poznaniu, Szczecinie oraz na sieci Tramwajów Śląskich. Poszczególne pojazdy różnią się zakresem modernizacji.

Druga rodzina to Moderusy Beta. Ogólne rzecz ujmując, podobnie jak ma to miejsce w przypadku pojazdów Alfa, produkt różni się w zależności od tego, czy to modernizacja starszego pojazdu, czy też zupełnie nowy tramwaj. Wspólną cechą jest jednak wstawka niskopodłogowa. Modertrans modernizował m.in. pozyskane z drugiej ręki tramwaje N8C i N8C wyprodukowane przez Düwag, które są eksploatowane w Gdańsku i Elblągu. Całkowicie nowe trzyczłonowe tramwaje z niskopodłogowym członem jeżdżą w Poznaniu, na sieci Tramwajów Śląskich i we Wrocławiu. Szczecin zamówił natomiast części do złożenia tramwaju w zakładach Tramwajów Szczecińskich. Nową odmianą – będącą pełną nowością w warunkach polskich – są krótkie tramwaje jednoczłonowe jedno- bądź dwukierunkowe. W 2017 r. pierwsze zamówienie na takie tramwaje złożył Elbląg, a w 2018 r. – przewoźnik Tramwaje Śląskie.

9.1.1. Pierwszy tramwaj niskopodłogowy

W październiku 2016 r. Modertrans zaprezentował nowy, w pełni niskopodłogowy tramwaj Moderus Gamma, a od maja 2017 r. – w ramach testów – wozi on pasażerów poznańskiej komunikacji. Przygotowanie jego prototypowej wersji było możliwe dzięki uzyskaniu wsparcia z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Produkt jest odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku i analizę trendów przetargowych – większość zamówień dotyczy taboru w pełni bądź w znacznym stopniu niskopodłogowego. Posiadanie takiego pojazdu w ofercie zwiększa konkurencyjność producenta – zwłaszcza na polskim rynku, na którym istotną część stanowią zamówienia na tabor w pełni niskopodłogowy.

Prace koncepcyjne nad projektem tramwaju całkowicie niskopodłogowego zaczęły się zdecydowanie wcześniej niż nastąpiło podpisanie umowy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju o współfinansowanie prac. Jednak dopiero otrzymanie wsparcia z NCBR pozwoliło zintensyfikować działania i tym samym zaprojektować, wykonać, przebadать i otrzymać dopuszczenie dla tramwaju Moderus Gamma. Projekt został zrealizowany w regulaminowym czasie 36 miesięcy.

Moderus Gamma jest tramwajem w pełni niskopodłogowym, w przestrzeni pasażerskiej podłoga jest całkowicie płaska. Osiągnięto to dzięki rezygnacji z klasycznych osi na rzecz osi portalowych. Każde koło z dwóch wózków napędowych posiada indywidualny zestaw silnik + przekładnia. Tramwaj wyposażony został w system zawieszenia pneumatycznego, który ma za zadanie utrzymanie stałej wysokości podłogi niezależnie od obciążenia pojazdu. System pneumatyczny zapewnia również zdecydowaną poprawę spokojności biegu tramwaju, a tym samym i komfortu podróżowania. Tramwaj wyposażono także w superkondensatory magazynujące energię odzyskaną z sieci podczas hamowania.

Podczas realizacji projektu producent połączył swoje możliwości z wiedzą i doświadczeniem Politechniki Poznańskiej. Jest to kolejny wspólny projekt badawczo-rozwojowy, w którym zastosowanie znalazły nowoczesne technologie. Jak zapewnia Modertrans, tworząc konsorcjum z jednostką badawczą, chciał stworzyć produkt, który jest nie tylko funkcjonalny, ale również innowacyjny. Dzięki symulacjom przeprowadzonym przez Politechnikę Poznańską ruch poszczególnych członów oraz całej bryły tramwaju, a także jego masa, zostały zoptymalizowane. Niższa masa pojazdu wpływa na obniżenie zapotrzebowania na energię. W Moderusie Gamma zainstalowane zostały baterie superkondensatorów magazynujące energię odzyskiwaną w trakcie hamowania. W urządzeniach układu napędowego wykorzystana została technologia SiC wpływająca na zwiększenie sprawności urządzeń przy jednoczesnej redukcji gabarytów zewnętrznych i masy. W tramwaju zamontowane zostały grupy materiałów ograniczające hałas. Są to wyselekcjonowane grupy materiałów połączone w całość. Każda z warstw ma za zadanie przechwytywanie dźwięków o różnej częstotliwości. W celu ograniczenia hałasu zamontowane zostały absorbery hałasu na każdym kole. Rejon wózków został wytłumiony

przy użyciu osłon, które od wnętrza wypełnione są materiałem chłoniącym hałas powstający od toczenia tramwaju.

Szczególną uwagę zwrócono na poprawę komfortu i bezpieczeństwa podróży. Wewnątrz przestrzeni pasażerskiej zainstalowane zostały interkomy umożliwiające nawiązanie kontaktu z motorniczym, panel dotykowy zawierający informacje m.in. o aktualnych taryfach biletowych, jak również 12 ładowarek USB. Funkcjonalne poręcze, rozbudowany system informacji pasażerskiej, rampa dla osób niepełnosprawnych czy sygnalizacja świetlna wokół profili drzwiowych to kolejne rozwiązania poprawiające jakość podróży. Oczywiście cały pojazd jest klimatyzowany. W przestrzeni pasażerskiej nie ma martwych pól, powierzchnia została wykorzystana do maksimum. Gamma może pomieścić 244 pasażerów. Do ich dyspozycji są 63 stałe i 3 rozkładane miejsca siedzące. Nie zapomniano przy tym o pracy motorniczego. Ergonomicznie zaprojektowana kabina, wielofunkcyjne panele dotykowe, nastawnik jazdy zintegrowany z fotelem i przyciski w podłokietniku podnoszą komfort jego pracy.

9.1.2. Poznański przetarg

Prace nad prototypową wersją niskopodłogowego tramwaju umożliwiły Modertransowi ubieganie się o pierwsze większe zamówienia. Pod koniec września 2016 r. MPK Poznań ogłosiło przetarg na dostawę 30 tramwajów jednokierunkowych i 20 tramwajów dwukierunkowych. Zgodnie ze specyfikacją zamówienia tramwaj musiał posiadać minimum 60 proc. niskiej podłogi. Wejście znajdować się musiało w granicach 290-360 mm nad poziomem główki szyny. Wymagano, by podłoga w przedziale pasażerskim w części niskopodłogowej przeznaczona na miejsca stojące znajdowała się na wysokości od 290 do 480 mm, przy czym nad wózkami (o ile koła zestawów kołowych połączone są osiami) dopuszczane było lokalne podwyższenie poziomu podłogi do 520 mm. Przejścia pomiędzy poszczególnymi poziomami podłogi w części niskopodłogowej miały być wykonane bez stopni, w postaci pochylni o jak najmniejszym nachyleniu (nie większym niż 14 proc.). Natomiast przejścia pomiędzy częścią niskopodłogową i wysokopodłogową tramwaju (wzdłuż jego osi podłużnej) miały być wykonane w postaci maksymalnie dwóch stopni.

Minimalną pojemność tramwajów jednokierunkowych określono na 210 miejsc, natomiast tramwajów dwukierunkowych – na 200 miejsc (przy normie 0,2 m² na osobę). Tramwaje jednokierunkowe miały posiadać minimum 35 nierozkładanych miejsc siedzących, a dwukierunkowe – minimum 25 nierozkładanych miejsc siedzących. Wymagana szerokość przejścia wzdłuż wagonu nie mogła być mniejsza niż 650 mm. Zamawiający dopuszczał w strefie nad wózkami w rejonie niskiej podłogi zwężenie przejścia do 550 mm, przy czym dopuszczane były lokalne zwężenia przejścia do szerokości 420 mm (o wysokości nie większej niż 100 mm od poziomu podłogi).

MPK wymagało stosowania okien uchylnych. Wysokość części uchylnej okien powinna była wynosić ok. 22-30 cm. Wykonawca powinien był przewidzieć oddzielne miejsca dla wózków inwalidzkich i dziecięcych (min. 1 miejsce w tramwajach

jednokierunkowych i min. 2 miejsca w tramwajach dwukierunkowych) i rowerów (min. 1 miejsce w tramwajach jedno- i dwukierunkowych). W przedziale pasażerskim powinny znajdować się min. 3 zespoły podwójnych gniazd USB do ładowania urządzeń mobilnych. Przewidziano również system liczenia pasażerów w części pojazdów, wentylację, klimatyzację, ogrzewanie, system informacji pasażerskiej i monitoring.

Wymagane były drzwi odskokowo-przesuwne. Tramwaje jednokierunkowe miały posiadać min. 5 drzwi dwuskrzydłowych i 2 drzwi co najmniej jednoskrzydłowych. Natomiast tramwaje dwukierunkowe miały posiadać min. 10 drzwi dwuskrzydłowych i 4 drzwi co najmniej jednoskrzydłowych. Szerokość czynna drzwi dwuskrzydłowych powinna wynosić minimum 1300 mm, a jednoskrzydłowych – co najmniej 650 mm.

Szkielet pudła wagonu musiał być wykonany jako konstrukcja spawana ze stali konstrukcyjnej trudnordzewiejącej. Wszystkie tramwaje (jednokierunkowe i dwukierunkowe) miały być zbudowane przy wykorzystaniu identycznych podzespołów mechanicznych i elektrycznych. Dopuszczono występowanie różnic w budowie pudeł, zespołów oraz elementów wyposażenia tramwajów jednokierunkowych i dwukierunkowych tylko w przypadku, gdy wynikałyby one z cechy przystosowania do ruchu jednokierunkowego bądź dwukierunkowego.

Układ napędowy musiał być wykonany w oparciu o silniki asynchroniczne prądu przemiennego chłodzone powietrzem. Maksymalną prędkość określono na nie mniej niż 70 km/h. Średnie przyspieszenie pustego tramwaju do 50 km/h nie mogło być mniejsze niż 1,1 m/s². Maksymalny spadek toru to 5,2 proc. na długości 200 m. Wymagane było zastosowanie wózków skrętnych (o dużym kącie obrotu). Tramwaj musiał być konstrukcyjnie przystosowany do wyposażenia go w przyszłości w zasobniki energii na dachu pojazdu. Jednym z najważniejszych założeń konstrukcyjnych było stworzenie możliwości jak najprostszego usuwania szkód powypadkowych.

9.1.3. O wyborze zdecydowały parametry techniczne

W postępowaniu wpłynęły trzy oferty – od Pesy, Modertransu i konsorcjum Solaris – Stadler na kwoty od 387 mln zł do 462 mln zł brutto, z czego najtańszą złożył producent z Bydgoszczy. Pesa zaproponowała tramwaje w całości niskopodłogowe. Pojazd jednokierunkowy został wyceniony na 7,3 mln zł brutto, a dwukierunkowy – na 7,8 mln zł brutto. Cały kontrakt opiewać miał natomiast na 387 mln zł brutto. Modertrans także zaoferował pojazdy z udziałem 100 proc. niskiej podłogi. Producent zaproponował tramwaj jednokierunkowy w cenie 7,7 mln zł brutto, a dwukierunkowy w cenie 8,0 mln zł brutto. Całkowita wartość kontraktu to 397 mln zł brutto. Trzecią ofertę złożyło konsorcjum firm Stadler i Solaris, które zgłosiły pojazd z udziałem 84 proc. niskiej podłogi. Pojazd jednokierunkowy został wyceniony na blisko 8,8 mln zł, a dwukierunkowy – na 9,6 mln zł brutto. Całkowita wartość kontraktu opiewałaby na kwotę 462 mln zł brutto.

W styczniu 2017 r. MPK poinformowało o rozstrzygnięciu przetargu. O wyborze zdecydowały kryteria ceny (80 proc.), udziału niskiej podłogi (7 proc.), pojemności tramwaju (3 proc.), maksymalnego nacisku na oś (3 proc.), rozwiązań technicznych układu hamulców mechanicznych (3 proc.), szerokości przejścia wewnątrz pojazdu (2 proc.) i warunków wzajemnie świadczonych usług w okresie gwarancji ogólnej (w tym naprawy powypadkowe; 2 proc.). Ostatecznie wybrano ofertę firmy Modertrans.

Modertrans otrzymał łącznie 96,49 punktów, pokonując niecałym jednym punktem ofertę bydgoskiego konkurenta. Choć tramwaje zaoferowane przez poznańską spółkę były droższe, okazały się lepsze pod względem kryteriów techniczno-funkcjonalnych. Modertrans otrzymał więcej punktów pod względem pojemności tramwaju, maksymalnego nacisku na oś, rozwiązań technicznych układu hamulców mechanicznych oraz szerokości przejścia wewnątrz pojazdu. Pesa okazała się natomiast lepsza w kryterium warunków wzajemnie świadczonych usług w okresie gwarancji ogólnej (w tym naprawy powypadkowe).

Umowa na dostawy tramwajów została zawarta w lutym 2017 r. Poznańskie Gammy będą miały 32 metry długości. Tramwaj jednokierunkowy pomieści 240 podróżnych, z czego 60 na miejscach siedzących. W przypadku wagonów dwukierunkowych pojazd będzie mógł przewieźć 230 podróżnych, w tym 50 na miejscach siedzących. Przewidziano miejsce na wózek dziecięcy, dla niepełnosprawnych i rower. Pasażerowie cieszą się z klimatyzacji, ładowarek do ładowania urządzeń mobilnych. Producent podda jeszcze analizom ergonomicznym kwestie związane z rozplanowaniem wnętrza, w tym rozmieszczenie siedzeń. W pojeździe zainstalowanych zostanie osiem silników odzyskujących energię podczas hamowania. Wszystkie będą przystosowane do instalacji w przyszłości superkondensatorów.

Wiadomo, że – z uwagi na wymogi specyfikacji – do MPK zostaną dostarczone tramwaje nieco zmienione względem prototypu. Wersja dla Poznania będzie miała cztery wózki, a nie trzy, jak w prezentowanym prototypie. Oznacza to, że będą zdecydowanie niższe naciski na oś, dzięki czemu – co ważne – tramwaj będzie w mniejszym stopniu przyczyniać się do zużycia torowisk. W tramwaju jednokierunkowym producent zamontuje pięć par drzwi dwuskrzydłowych i dwie pary jednoskrzydłowych. Z kolei w dwukierunkowym pojeździe znajdzie się osiem par dwuskrzydłowych i dwie pary drzwi jednoskrzydłowych. W każdym pojeździe znajdzie się rozkładana platforma dla niepełnosprawnych.

Jak informuje producent, cechą szczególną tramwaju będzie energooszczędność – z pomiarów stacjonarnych i ruchowych wynika, że tramwaje tego typu z napędem prądu przemiennego są energetycznie bardzo oszczędne. Na dłuższą metę to duża korzyść dla przewoźnika. Na zrealizowanie całego zamówienia producent ma 30 miesięcy, czyli 2,5 roku od daty zawarcia umowy. Ostatnie tramwaje spodziewane są w sierpniu 2019 r.

9.2. Ekoenergetyka

Dobrym przykładem sukcesu w branży elektroenergetycznej jest firma Ekoenergetyka, która powstała w Zielonej Górze w 2009 r. W ciągu zaledwie dziewięciu lat urosła z 2-osobowej firmy do przedsiębiorstwa zatrudniającego ponad 50 osób. Firma jest pionierem we wdrażaniu rozwiązań do ładowania autobusów. Jako pierwsza uzbroiła w ładowarki plug-in MZA Warszawa – pierwszego masowego operatora e-busów w Polsce, jako pierwsza zamontowała i uruchomiła też maszt do ładowania pantografowego w Jaworznie.

Lista ostatnich przetargowych sukcesów Ekoenergetyki jest długa. W 2018 r. spółka zakończyła budowę 5 szybkich ładowarek pantografowych dla MPK Kraków, dzięki którym autobusy mogą być doładowywane nie tylko w zajezdniach z urządzeń plug-in, ale także podczas postoju na pętlach w normalnym ruchu liniowym. Obecnie realizowany jest kontrakt na uzbrojenie 11 pętli autobusowych w ładowarki pantografowe oraz dostawę 28 stacji ładowania nocnego plug-in na zajezdni. Dodajmy, że ładowarki pantografowe producenta z Zielonej Góry działają też w fińskim Tampere oraz w niemieckim Oberhausen.

Ekoenergetyka oferuje nie tylko ładowarki do autobusów elektrycznych, ale także systemy monitoringu użycia ładowarek on-line, dzięki którym dokładnie wiadomo, jakie jest ich wykorzystanie w mieście, i dzięki temu operator ma wiedzę o poziomie naładowania danego pojazdu. Taki system, w dodatku zintegrowany z urządzeniami ładującymi innego producenta, działa już w Barcelonie. Z podobnej kompleksowej „opieki” nad systemami ładującymi korzystają też operatorzy w kraju, np. w Zielonej Górze.

Ponadto zielonogórska firma w konsorcjach z innymi partnerami oferuje także urządzenia pomocnicze do ładowania pantografowego (transformatory), wykonuje też kompleksowe opracowania systemów zasilania dla całych flot pojazdów i posiada gotowe rozwiązania np. dla elektryfikacji całych zajezdni.

Ekoenergetyka-Polska, dzięki swojemu zaangażowaniu i chęci rozwoju, stała się beneficjentem dwóch programów pomocowych firmowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W ramach pierwszego z nich otrzymała 6,5 mln zł na rozwój autonomicznego systemu ładowania autobusów elektrycznych. Chodzi o stosowanie pantografu odwróconego zintegrowanego z masztem do ładowania, którego zasada działania została opisana w niniejszym opracowaniu. Nowinkę techniczną udało się już wdrożyć do produkcji, a pierwszym klientem będzie MPK Inowrocław, które wykorzysta ładowarki do uzupełniania energii w autobusach elektrycznych i hybrydowych Volvo, które łada chwila zaczną być dostarczane do miasta z fabryki we Wrocławiu. Warto podkreślić, że w 2015 r. pierwsze ładowarki elektryczne do Inowrocławia również dostarczyła Ekoenergetyka.

Drugi projekt dofinansowany przez NCBR wydaje się być również przyszłościowy. Jego przedmiotem jest przeprowadzenie badań oraz prac rozwojowych w celu zbudowania prototypu stacji ładowania autobusów elektrycznych zasilanej z sieci

trakcyjnych tramwajowych lub trolejbusowych (zalety takiego rozwiązania opisaliśmy w niniejszym raporcie). Przedmiot projektu będzie się charakteryzował podwyższoną sprawnością energetyczną dzięki zastosowaniu wysokosprawnych dwukierunkowych przekształtników wysokiej częstotliwości. W miejscu przyłączenia stacji ładowania do sieci trakcyjnej opcjonalnie będzie instalowana hybrydowa bateria superkondensatorowa LIC. W trakcie projektu poddane zostaną badaniom układy przekształcenia energii DC/DC oraz DC/AC/DC, a wyniki badań będą stanowiły wytyczne do prac rozwojowych nad wysokosprawną stacją ładowania autobusów elektrycznych zasilaną z sieci DC z opcją podłączenia lokalnego magazynu energii. Na ten wartość prawie 4,3 mln zł projekt zielonogórski producent otrzymał prawie 3 mln zł dofinansowania. Warto zaznaczyć, że Ekoenergetyka ma już pewne doświadczenia w tym względzie, ponieważ budowała stacje ładowania o mocy 450 kW podłączone do sieci tramwajowej w Hanowerze. Podobne urządzenia działają także w Oberhausen. W Polsce pierwsze urządzenie tego typu działa w Krakowie.

Rok 2017 firma zakończyła liczbą blisko 140 dostarczonych stacji szybkiego ładowania do ponad 20 miast w Europie, a jej urządzenia uczestniczyły w ponad 50 programach testowych.

9.3. Aptiv

Rozwój nowoczesnych technologii nieodwrotnie wpływa na przyszłość transportu i to jak będziemy poruszać się w przyszłości. Rozwiązania służące jeździe zautomatyzowanej powstają także w Polsce, w krakowskim Centrum Technicznym Aptiv.

Aptiv jest globalnym liderem w zakresie inteligentnego oprogramowania do automatycznej jazdy, sensorów oraz integracji systemów elektronicznych. To obecnie jeden z kilku dostawców w branży motoryzacyjnej, mających zdolność dostarczania technologii niezbędnych do jazdy w pełni zautomatyzowanej.

Pojazdy bez kierowcy to coś, o czym na razie mówimy w kategoriach przyszłości, jednak już dziś po drogach poruszają się pojazdy wyposażone w zaawansowane rozwiązania z zakresu aktywnego bezpieczeństwa. To one są podstawą kolejnych, coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań z tego zakresu, aż do jazdy w pełni autonomicznej.

Dla Aptiv technologie z zakresu aktywnego bezpieczeństwa to wiodący kierunek rozwoju firmy. W krakowskim ośrodku badawczo-rozwojowym utworzono specjalną grupę inżynierów, którzy pracują nad ich rozwojem. Obecnie zespół ten liczy ponad 200 osób i nadal się powiększa.

Inżynierowie z krakowskiego Centrum Technicznego rozwijają technologie dla pojazdów przyszłości związane z elektroniką i bezpieczeństwem (tj. programowaniem, jazdą autonomiczną, multimedialnymi systemami audio, nawigacją, rozrywką i komunikacją). Pracują także nad architekturą elektryczno-elektroniczną.

Powstające w Aptiv rozwiązania można już dziś spotkać w samochodach na całym świecie.

9.3.1. Nowinki technologiczne

Jedną z wiodących technologii Aptiv są systemy związane z autonomiczną jazdą oraz aktywnym bezpieczeństwem, w tym radary. Wykorzystanie w motoryzacji technologii kojarzonej do tej pory z zastosowaniem wojskowym, pozwala ograniczyć częstotliwość wypadków komunikacyjnych.

W radarach, które wspomagają kierowcę w bezpiecznej jeździe wykorzystywana jest wiązka promieniowania o wysokiej częstotliwości (76 GHz). Umożliwia ona wykrywanie obiektów pod kątem 360 stopni wokół pojazdu, w odległości od 0 do 80 metrów.

Radar pozwala na obserwację tzw. martwego pola widzenia z boku kierowcy, a także ruchu poprzecznego z przodu oraz z boku. Pomaga w zmianie pasa ruchu i chroni przed kolizją z przodu lub z tyłu pojazdu. To jeden z kluczowych elementów systemu pozwalający rozpoznawać otoczenie samochodu, możliwy do wykorzystania przy jeździe zautomatyzowanej,

Wśród kluczowych obszarów działania Aptiv są również multimedialne systemy audio, nawigacji, rozrywki i komunikacji, w tym m.in. innowacyjny system rozpoznawania gestów. Polega on na wykorzystywaniu prostych znaków, (analogicznie do języka migowego) do sterowania różnymi funkcjami pojazdu.

Gesty wykonywane przez prowadzącego pojazd (obecnie dotyczy to aut klasy premium) są rejestrowane przez kamerę termowizyjną 3D umieszczoną nad głową kierowcy. System interpretujące je pozwalając wybierać utwory z listy odtwarzania, powiększać lub pomniejszać mapy nawigacji czy też odbierać połączenia telefoniczne, bez konieczności dotykania a nawet spoglądania na panel. Dzięki temu wzrokowa uwaga kierowcy może być skupiona wyłącznie na prowadzeniu pojazdu.

System rozpoznawania gestów Aptiv po raz pierwszy został zastosowany w 2016 roku w BMW. W przyszłości technologia ta może się rozwijać poprzez łączenie sterowania gestem ze spojrzeniami i głosem.

9.3.2. Dotacja z NCBR

Krakowski Aptiv otrzymał z NCBR grant o wartości 33 mln zł na opracowanie innowacyjnych technologii z zakresu aktywnego bezpieczeństwa, które będą wykorzystane w zaawansowanych systemach wspomagania kierowcy (ADAS) i systemach jazdy autonomicznej przeznaczonych do produkcji seryjnej. Projekt jest realizowany od roku 2017 i ma się zakończyć w roku 2020.

Celem dofinansowanego projektu jest opracowanie innowacyjnego oprogramowania związanego z systemami aktywnego bezpieczeństwa, które można będzie zastosować w przemyśle motoryzacyjnym. Technologia ta umożliwi samochodom osobowym jazdę półautonomiczną lub autonomiczną na autostradzie i w obszarach miejskich.

Według założeń, oprogramowanie ma być wdrożone w ciągu kilku lat od zakończenia projektu, którego całkowite koszty są szacowane na 66 mln zł.

W praktyce inżynierowie Aptiv pracują nad systemem, który zastąpi mózg i zmysły kierowcy. Opracowują algorytmy, które będą w stanie interpretować dane pozyskiwane z otoczenia pojazdu, tj. informacje z czujników wizyjnych, radarów, lidarów, GPS, a także bezprzewodowej komunikacji pomiędzy samochodami i elementami infrastruktury drogowej.

Informacje zbierane przez różne systemy wzajemnie się uzupełniają. Kamera pozwala rozróżnić i sklasyfikować obiekty, jednak rejestruje tylko to, co może być widoczne również dla ludzkiego oka, nie wykrywając np. obiektów w ciemności. Z tym jednak poradzi sobie lidar. Wysyłane przez ten system impulsy świetlne pozwolą zidentyfikować obiekt także w ciemności, określając jego odległość. Dzięki różnemu odbijaniu światła przez różne powierzchnie, np. nawierzchnię drogową oraz farbę, lidar umożliwi rozpoznawanie linii drogowych. Z kolei radar, choć nie rozróżnia kolorów ani rodzaju obiektów, tak w dzień, jak i nocy określi odległość od obiektów wokół drogi oraz prędkość

ich poruszania się. Połączenie informacji ze wszystkich systemów, przy wykorzystaniu odpowiednich algorytmów, pozwala podejmować najbardziej optymalne decyzje.

Jak przyznają przedstawiciele firmy, dotacja z NCBR to kamień milowy dla rozwoju Aptiv w Polsce, dodatkowe fundusze pozwolą bowiem zwiększyć kompetencje zespołu i przyspieszyć prowadzone prace. Jest to jednak również szansa na stworzenie w Polsce środowiska biznesowego sprzyjającego rozwojowi zaawansowanych technicznie komponentów dla przemysłu motoryzacyjnego.

W pracy nad dofinansowanym projektem wykorzystane będzie doświadczenie firmy zdobyte podczas tworzenia systemów aktywnego bezpieczeństwa, jak np. projekt zrealizowany dla Audi. To pierwszy na rynku zaawansowany sterownik autonomicznej jazdy zFAS, który umożliwi przetwarzanie ogromnej ilości danych generowanych przy jeździe automatycznej.

– Jeśli przyjąć, że kamera to oczy samochodu, a radar jego uszy, to zFAS jest mózgiem pojazdu – tak w uproszczeniu przedstawiają działanie systemu jego twórcy. zFAS odpowiada za obliczenia i interpretację danych pochodzących z różnych czujników.

9.3.3. Zespół

W Centrum Technicznym Aptiv w Krakowie pracuje obecnie ponad 2500 osób, w tym 1800 inżynierów. W krakowskim oddziale zlokalizowana jest także ponad 650-osobowa grupa pracowników usług wspólnych pełniących różne funkcje w ramach krajowej i europejskiej organizacji Aptiv. Ponadto w firmie regularnie odbywa staże ponad 200 studentów.

Na potrzeby rozwoju produktów związanych z aktywnym bezpieczeństwem, w tym na potrzeby projektu dofinansowanego przez NCBR, prowadzona jest rekrutacja na stanowiska specjalistyczne. W sumie do różnych projektów Aptiv w Krakowie zamierza zatrudnić w najbliższych miesiącach kolejnych kilkaset osób.

Aptiv współpracuje z uczelniami technicznymi i ekonomicznymi, w tym Akademią Górniczo-Hutniczą czy Politechniką Śląską. Współpraca przekłada się na wyznaczanie kierunków, w jakich powinno iść kształcenie, tak by w najlepszy sposób odpowiadało ono na potrzeby rynku. Firmie przy okazji ułatwia to pozyskiwanie kadry do pracy przy innowacyjnych projektach.

Obecnie Centrum Techniczne w Krakowie jest największą jednostką badawczo-rozwojową i testową Aptiv w zakresie zaawansowanego bezpieczeństwa i doświadczenia użytkownika. Przedstawiciele Aptiv przyznają, że wśród realizowanych w Krakowie projektów są takie, które mają szansę zrewolucjonizować obecne postrzeganie motoryzacji.

Zestawienie projektów zrealizowanych z udziałem dofinansowania NCBR

Tytuł projektu	Okres realizacji	Krótki opis projektu	Data podpisania umowy	Beneficjent wiodący	Wartość ogółem	Dofinansowanie
Bazowa konstrukcja tramwaju nowej generacji	2018-01-01 2020-12-31	Projekt ma na celu opracowanie bazowej konstrukcji tramwaju nowej generacji o niespotykanych na rynku parametrach, charakteryzujący się mniejszą masą i niskim zużyciem energii dzięki zastosowaniu odpowiednio dobranych tworzyw sztucznych w budowie nadwozia.	2018-06-14	MODER-TRANS POZNAŃ SPÓŁKA Z O.O.	10 306 058 zł	4 564 519 zł
Opracowanie innowacyjnych technologii z zakresu aktywnego bezpieczeństwa, które zostaną zastosowane w zaawansowanych systemach wspomagania kierowcy (ADAS) i w systemach jazdy autonomicznej, przeznaczonych do produkcji seryjnej	2016-01-01 2020-12-31	Projekt obejmuje opracowanie nowatorskich rozwiązań w zakresie inteligentnego oprogramowania dla systemów wbudowanych w obszarach aktywnego bezpieczeństwa, wspomagania kierowcy oraz automatycznego sterowania pojazdami samochodowymi.	2017-01-26	APTIV SERVICES POLAND S.A.	66 226 154 zł	33 195 493 zł
Stacja ładowania autobusów elektrycznych zasilanych z sieci DC	2016-01-01 2018-06-30	Przedmiotem wniosku jest przeprowadzenie badań oraz prac rozwojowych w celu zbudowania prototypu stacji ładowania autobusów elektrycznych zasilanej z sieci DC. Zaletą tego rozwiązania jest połączenie dwóch bardzo ważnych cech wymaganych od tego typu urządzeń: możliwości łatwego instalowania w aglomeracjach miejskich poprzez podłączenie zasilania z istniejących sieci trakcyjnych tramwajowych lub trolejbusowych DC oraz możliwość bardzo szybkiego uzupełnienia energii w autobusach elektrycznych.	2016-04-12	EKOENERGETYKA - POLSKA SP. Z O.O.	4 294 248 zł	2 987 719 zł

Notatki

Partner merytoryczny:



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Partnerzy:



TOR

ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH

Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Plac Bankowy 2,
00-095 Warszawa
+ 48 22 323 77 50 51
zdgtor@zdgtor.pl