

Autobusowy transport publiczny w Krakowie na tle najlepszych światowych systemów komunikacji miejskiej oraz ocena wpływu jego modernizacji na wielkość emisji zanieczyszczeń¹

PAULINA BŹDZIUCH

Mgr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, bzdziuch@agh.edu.pl

MAREK BOGACKI

Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, bogacki@agh.edu.pl

Streszczenie: Transport publiczny ma kluczowe znaczenie dla mobilności w mieście. Powinien być wydajny i ekologiczny. W artykule przedstawiono przegląd najefektywniejszych systemów miejskiego transportu publicznego na świecie. Prowadzona od wielu lat modernizacja systemu transportu miejskiego w Krakowie, polegająca między innymi na ciągłym unowocześnianiu floty autobusów należących do Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego SA oraz Mobilis group Sp. z o.o. Kraków, przyczynia się do ciągłej poprawy usług przewozowych oraz wzrostu ekologiczności taboru. Opisane w artykule wyniki badań nad emisją zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do powietrza powodowaną przez flotę autobusów komunikacji miejskiej w latach 2010–2015 wskazują na ciągłą redukcję ilości emitowanych z autobusów zanieczyszczeń, co wpływa na poprawę złej jakości powietrza w Krakowie.

Słowa kluczowe: komunikacja miejska, autobusowy transport publiczny, zanieczyszczenie powietrza, niskoemisyjny transport, polityka transportowa.

Wprowadzenie

Jednym z najistotniejszych i dominujących procesów, jakie mają miejsce w dzisiejszych czasach w przestrzeni społeczno-gospodarczej Europy i świata, jest urbanizacja aglomeracji miejskich, związana z rosnącym udziałem ludności w nich zamieszkującej [1]. Jest ona definiowana najczęściej jako „proces kulturowo-cywilizacyjny mający swój wyraz w rozwoju miast, wzroście ich liczby, powiększaniu powierzchni miast, postępującej koncentracji ludności na terenie miast i w najbliższej ich strefie, upowszechnianiu się pozarolniczych źródeł utrzymania ludności, akceptacji i przyswajaniu miejskich standardów, zwyczajów itp.” [2]. Priorytetowe znaczenie w aglomeracjach miejskich ma dobrze zorganizowany i rozplanowany system transportowy, a szczególnie system transportu miejskiego mający na celu umożliwienie mobilności zarówno pasażerów, jak i ładunków [3]. Konieczność łatwej i szybkiej mobilności wiąże się z codziennym przemieszczaniem się mieszkańców do szkoły, pracy, ale także i miejsc, które oferują usługi z za-

kresu rekreacji, rozrywki, handlu itp. [4, 5]. O popycie na publiczne usługi komunikacyjne decydują kwestie związane ze specyfiką podróży, wśród których wyróżnić należy komfort, bezpieczeństwo, czas podróży, wszelakie udogodnienia oraz estetykę. Coraz częściej podróżni oczekują od transportu publicznego, aby był również ekologiczny. Potrzeba ograniczania wpływu transportu drogowego na środowisko, a szczególnie na jakość powietrza, stanowi poważne wyzwanie dla aglomeracji miejskich, które z powodu wzmożonego w ostatnich latach ruchu samochodowego poddawane są olbrzymiej antropopresji [6, 7]. Zagadnienia zrównoważonego transportu zajmują istotne miejsce w prawodawstwie Unii Europejskiej [8, 9]. Regulowane są między innymi problemy zarządzania infrastrukturą drogową (Directive 2008/96/EC), wykorzystania energii odnawialnej w transporcie (Renewable Energy Directive 2009/28/EC) czy wielkość dopuszczalnych emisji z transportu drogowego (Clean Vehicle Directive 2009/33/EC).

W artykule przedstawiono przegląd najlepszych systemów komunikacji zbiorowej funkcjonujących w aglomeracjach miejskich na świecie wraz z ich krótką charakterystyką. Na ich tle opisano krakowską politykę transportową. Szczególną uwagę zwrócono na aspekt ekologiczny funkcjonowania krakowskiej floty autobusów miejskich, prezentując wyniki badań w zakresie oceny wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do powietrza powodowanej przez flotę autobusów na przestrzeni lat 2010–2015.

Przykłady najlepszych systemów transportu publicznego na świecie

Do środków systemu transportu publicznego umożliwiających lądową komunikację pasażerską należy zaliczyć autobusy miejskie, tramwaje, trolejbusy, kolej aglomeracyjną, pociągi pasażerskie oraz metro. Każde większe miasto czy aglomeracja miejska posiada własny system transportowy, jednakże bez wątpienia najlepiej sprawdzające się systemy transportu publicznego na świecie zaprojektowane są przede wszystkim w krajach dobrze rozwiniętych i oparte głównie na infrastrukturze szynowej projektowanej pod metro. Systemy te gwarantują szybkie przemieszczanie się

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2017. Wkład autorów w publikację: P. Bzdziuch: 70%, M. Bogacki: 30%

ludzi oraz towarów, przez co są atrakcyjniejsze i bardziej ekologiczne niż np. transport samochodowy.

Przeprowadzono wiele badań mających na celu próbe oceny funkcjonowania różnych systemów transportowych na świecie. Eksperti przeprowadzający analizę dla World Knowing w oparciu o wskaźnik wykorzystania transportu publicznego w poszczególnych krajach stwierdzili, że najlepiej sprawdzającymi się systemami transportowymi są systemy europejskie, północno-amerykańskie oraz funkcjonujące w niektórych krajach azjatyckich [10]. Do państw znajdujących się w pierwszej dziesiątce, których miasta posiadają najlepsze systemy transportowe zaliczyli odpowiednio: Hongkong, Singapur, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Holandię, Szwajcarię, Japonię, Niemcy, Francję, Hiszpanię oraz Wielką Brytanię. Ocena ta została przedstawiona na początku 2016 roku.

Innej oceny dokonał Marc Voyer, przedstawiając dziesięć miast z najlepszym systemem transportu publicznego [11]. W miastach tych komunikacja pasażerska opiera się głównie na transporcie szynowym, tj. metrze i kolei miejskiej. Dokonując swojej oceny, Voyer wziął pod uwagę korelację metra z połączeniami między różnymi środkami transportu, czas podróży, czas funkcjonowania w ciągu doby, bezpieczeństwo, niezawodność, czystość środków transportu, udogodnienia elektroniczne oraz dodatkowe korzyści wynikające z korzystania z komunikacji publicznej. Miasta, które wymienia to:

- Kopenhaga, Dania – od 2002 roku pasażerowie mogą korzystać z komfortowego i niezawodnego metra, które dzięki duńskiej kulturze cieszy się renomą z uwagi na utrzymywaną w nim czystość. Ponadto ten system transportowy słynie z najbardziej niezawodnych i najbezpieczniejszych środków transportu w Europie. Metro składające się z dwóch linii (21 km) jest skomunikowane z koleją miejską, której funkcjonowanie koordynuje najlepszy system komputerowy, co umożliwia sprawny, bezkolizyjny dojazd do centrum miasta. Komunikację po mieście umożliwiają także autobusy tradycyjne, autobusy wodne (poruszające się kanałami wodnymi) oraz rowery (jeden z najpopularniejszych środków transportu w Kopenhadze) i taksówki [11, 12, 13];
- Berlin, Niemcy – do dyspozycji pasażerów pozostaje system naziemnej szybkiej kolei miejskiej (S-Bahn – 16 linii wykraczających poza ścisłe granice Berlina) oraz podziemny system kolei miejskiej (U-Bahn) składający się z 9 linii, który w godzinach szczytu odjeżdża co dwie do pięciu minut, a poza godzinami szczytu – w regularnych interwałach czasu. Stacje oraz tunele, po których kursuje kolej dla bezpieczeństwa, mają zainstalowane budki telefoniczne. Ponadto, aby poruszać się po mieście, pasażerowie mogą korzystać z 27 linii tramwajowych, 160 linii autobusowych dziennych i 57 nocnych oraz taksówek. Popularny jest także transport wodny (6 linii promowych) oraz rowery [11, 12, 14];
- Hongkong, Chiny – komunikacją masową podróżuje tu około 90% pasażerów (siedem milionów osób na dobę). Hongkońska kolej miejska osiąga dobre wyniki w zakresie bezpieczeństwa oraz punktualności. Zapewnia szereg

udogodnień dla pasażerów, np. dostęp do zasięgu sieci 3G dla telefonów i komputerów. Na system komunikacyjny w mieście składa się 5 linii metra (MTR), 2 linie kolejowe (EastRail i WestRail), tramwaje, autobusy, mikrobusy, promy oraz taksówki. Większość podróżujących hongkońską komunikacją miejską używa karty „Octopus”, która umożliwia łatwiejsze płacenie za przejazdy [11, 15, 16];

- Nowy Jork, USA – infrastruktura metra w Nowym Jorku działa 24 godziny na dobę przez cały rok i funkcjonuje od ponad 100 lat. Ponadto do dyspozycji mieszkańców i turystów pozostają także tramwaj linowy, szybka kolej, połączenia promowe, autobusy, taksówki oraz rowery. Nowojorskie przedsiębiorstwo komunikacyjne zarządzające metrem, koleją oraz autobusami sprzedaje kartę MetroCard, która umożliwia szybkie płacenie za przejazd w tych środkach transportu [11];
- Paryż, Francja – paryskie metro ma 116 lat i jest metrem z największą liczbą stacji i nitek linii na świecie, a podziemna stacja Châtelet – Les Halles jest najbardziej ruchliwą pod względem liczby pasażerów i pociągów stacją na świecie. Dodatkowo system komunikacji miejskiej zasila także autobusy (dla których na drogach wydzielone są specjalne pasy), tramwaje, miejska sieć kolejowa RER, batobus (autobus wodny) oraz rowery. W Paryżu funkcjonuje specjalna karta miejska „Paris Visite Pass”, która umożliwia użytkownikom poruszanie się po mieście różnymi środkami transportu publicznego [11, 12, 17, 18];
- Seul, Korea – metro w tym mieście jest zintegrowane z systemem autobusowym (można podróżować na jednym bilecie), przewozi dziennie blisko 8 milionów turystów, jest systemem łatwym i przyjaznym w obsłudze. Pasażerowie mogą kontrolować czas odjazdu na ekranach LED, na których wyświetlane są informacje w języku koreańskim oraz angielskim, ponadto pasażerowie mają także dostęp do bezprzewodowego Internetu. Przemieszczanie się po mieście umożliwiają także wodne taksówki, szybka kolej miejska oraz rowery. Płatności za podróż można dokonać za pomocą kart prepaidowych, które najczęściej występują w formie przyczepianego do kluczy breloczka [11, 19, 20, 21];
- Londyn, Anglia – londyńska podziemna sieć komunikacyjna, potocznie określana jako „The Tube”, jest najstarszą na świecie, liczy ponad 400 km torów (12 linii), z których spora część jest zlokalizowana na powierzchni. Metro oferuje sprawną podróż po Londynie dzięki temu, że jest dobrze skorelowane z węzłami komunikacyjnymi i takimi środkami transportu, jak autobusy, pociągi, tramwaje, taksówki. Ponadto metro zaopatrzone jest w ekrany LED, które wyświetlają informacje o następnych odjazdach. W jednym z ostatnich badań TripAdvisor podróżni uznali, że londyński system transportowy jest jednym z najlepszych na świecie. Londyńczycy mogą korzystać z elektronicznej karty miejskiej „Oyster” służącej do regulowania płatności za przejazdy, działa jak karta prepaid, a przejazdy realizowane przy jej użyciu są dużo tańsze niż zakup pojedynczych biletów [11, 12];

- Tajpej, Tajwan – podziemna kolej (MRT) w Tajpej to jeden z najdroższych systemów komunikacyjnych na świecie. Jednak biorąc pod uwagę fakt, że zbiera międzynarodowe wyróżnienia za bezpieczeństwo, niezawodność, czystość i jakość, można wysunąć wniosek, że są to dobrze wydane pieniądze. MRT została zaopatrzona w ekrany LED, na których są wyświetlane komunikaty dla pasażerów w kilku językach, w tym także angielskim. Czystość została osiągnięta poprzez wprowadzenie zakazu spożywania posiłków, żucia gumy czy palenia papierosów w metrze i na stacjach. Jednakże najbardziej rozpowszechnionym środkiem transportu w Tajpej są autobusy, ale podróżowanie nimi dla osób nie mówiących po chińsku może być sporym problemem, gdyż kierowcy nie mówią po angielsku, a wyświetlane na przystankach komunikaty są też jedynie w języku chińskim. Za podróż, zarówno w metrze, jak i autobusie, można zapłacić przy użyciu karty EasyCard. Transport miejski w Tajpej kończy pracę przed północą (przerwa w godzinach 0:00–6:00) [11, 22];
- Moskwa, Rosja – moskiewskie metro to jeden z najstarszych systemów na świecie, zaliczane jest do najbardziej obciążonych (przewozi dziennie około 7,5 miliona ludzi dziennie) i uznawane za jedno z najbardziej skutecznych, punktualnych i niezawodnych. Metro zachwyca swoją architekturą, zwłaszcza stacje wykonane w stylu barokowym. Od niedawna funkcjonują w Moskwie karty magnetyczne umożliwiające zakup okresowych biletów na podróż metrem. Po stolicy Rosji poruszają się także autobusy, trolejbusy, tramwaje, kolejka, taksówki oraz tzw. marszrutki, czyli prywatne 10-osobowe busy kursujące na najpopularniejszych i najbardziej obleganych trasach w mieście. Na przejazd tymi środkami transportu obowiązują jednorazowe bilety [11, 12, 23];
- Tokio, Japonia – miasto to posiada najbardziej rozległy system kolei podziemnej na świecie, dziennie tym środkiem transportu podróżuje średnio 8 milionów pasażerów. W związku z japońską kulturą, która kładzie ogromny nacisk na higienę w środkach komunikacji, metro jest czyste, posiada podgrzewane fotele oraz skomputeryzowany system powiadamiania pasażerów o odjazdach i przyjazdach w języku japońskim i angielskim. Po Tokio można poruszać się także dobrze zsynchronizowaną czasowo koleją (JR, czyli Japan Railways) oraz autobusami (stanowiącymi transport uzupełniający w stosunku do metra i kolei). Mieszkańcy korzystający regularnie z komunikacji miejskiej mogą zaopatrzyć się w kartę SUICA lub Passmo, którą mogą doładować dowolną kwotą i przykładać do czytnika, gdy wchodzi i wychodzą z pojazdu [11, 24, 25, 26].

W swojej klasyfikacji Voyer wymienił też miasto, które szczególnie wyróżnił – Portland w Oregonie. Zostało ono wymienione ze względu na zaprojektowany tam najbardziej innowacyjny system transportu publicznego w USA. Aby poruszać się po mieście, pasażerowie mają do dyspozycji mieszaną niezawodną komunikację miejską – autobu-

sy, kolej, tramwaje oraz powietrzne kolejki i rowery, które są ze sobą skorelowane. System autobusowy ma kilka linii, które osiągają docelowe miejsca na czas przez 7 dni w tygodniu. W centrum miasta jest wyznaczona strefa tzw. Fareless Square, w której pasażerowie mogą podróżować za darmo. Ponadto w centrum znajduje się także stacja komunikacyjna, która umożliwi zmianę środka transportu z autobusu na kolej i odwrotnie. Podobnie skorelowana jest także linia tramwajowa oraz powietrznej kolejki [11].

Porównań najlepszych systemów komunikacji miejskiej można dokonywać, biorąc pod uwagę różne parametry. W 2009 roku magazyn „Forbes” opublikował badania przeprowadzone przez profesora Jeffreya Kenworthy z Uniwersytetu Murdoch w Perth (Australia) oceniające koszty, jakie ponosi użytkownik środków transportu, inwestycje władz w ogólną poprawę komunikacji miejskiej oraz szybkość i bezpieczeństwo środków transportu, którymi pracownicy docierają do swoich miejsc pracy [27]. Badania zostały dostosowane do produktu krajowego brutto. Ocena ta jest niezwykle istotna w świetle niniejszej publikacji, gdyż według oceny profesora Kenworthy’ego na 9. miejscu została wymieniona tutaj infrastruktura komunikacji miejskiej Krakowa. Znalazła się ona za systemami komunikacji miejskiej takich rozwiniętych krajów jak: 1. Hongkong (Chiny), 2. Tokio (Japonia), 3. Chennai (Indie), 4. Dakar (Senegal), 5. Osaka (Japonia), 6. Londyn (Anglia), 7. Pekin (Chiny), 8. Bombaj (Indie). Znaczącym uznaniem krakowskiego transportu miejskiego jest wyprzedzenie w tej klasyfikacji Berlina (Niemcy), który znalazł się na 10. miejscu. Magazyn „Forbes” w swojej publikacji docenił inwestycje, jakie realizuje miasto Kraków w celu poprawy jakości systemów drogowych i kolejowych, podkreślając fakt, że są one niekiedy bardziej zaawansowane niż w innych dobrze rozwijających się dużych miastach, a system autobusowy jest nie tylko skutecznym, ale także tanim środkiem komunikacji miejskiej [27].

Krakowska polityka transportowa

Centralna strefa Krakowa ma strukturę zwartą, charakterystyczną dla zabytkowych miast Europy. W miastach tego typu nie ma miejsca na większe kompleksy parkingów czy też arterie kołowe, w związku z czym ważne jest prowadzenie efektywnej polityki transportowej, która określa cele i rozwiązania dążące do osiągnięcia rozwiniętego, sprawnie funkcjonującego systemu transportu zbiorowego [28].

Władze Krakowa opracowały i przyjęły politykę zrównoważonego transportu w 1993 roku jako pierwsze miasto w Polsce, a transport zbiorowy oraz przewóz towarów był w niej kwestią priorytetową. Najważniejszym celem przyjętego dokumentu strategicznego było utworzenie warunków dla ekonomicznego, sprawnego, bezpiecznego, a przede wszystkim ekologicznego przemieszczania się. Nowelizacja tego dokumentu miała miejsce w 2007 roku i obejmowała lata 2007–2015 [29]. Priorytetem okazało się wówczas osiągnięcie poprawy dostępności komunikacyjnej nie tylko w obrębie miasta, ale także na obszarze metropolitalnym. Miasto wyznaczyło sobie za cel zapewnienie sprawniejszego funkcjonowania zrównoważonego systemu transportowego,

poprawę jakości i wzmocnienie roli transportu zbiorowego oraz zbudowanie zintegrowanego systemu metropolitalnego.

Dla Krakowa, miasta, w którym występują ponadnormatywne stężenia zanieczyszczeń powietrza np. pyłu PM₁₀, tlenków azotu (NO_x), benzo(a)pirenu, stworzenie atrakcyjnego dla pasażerów, ekonomicznego, a zarazem ekologicznego systemu transportu publicznego oraz ułatwienie jego dostępności jest kwestią kluczową w działaniach mających na celu poprawę jakości powietrza, zwłaszcza w zakresie ponadnormatywnych stężeń tlenków azotu. Aspekt ekologiczny taboru obsługującego komunikację miejską jest zatem w tym wypadku niezwykle istotny.

Obecnie władze miasta przyjęły nową politykę transportową na lata 2016–2025², której celem generalnym niezmiennie pozostaje zrównoważony transport, tworzenie warunków do bezpiecznego i sprawnego przemieszczania się, przy jednoczesnym ograniczaniu szkodliwego wpływu transportu na środowisko oraz życie mieszkańców [30]. Cele te mają zostać osiągnięte poprzez poprawę jakości infrastruktury drogowej oraz budowę nowej, ułatwienie dostępności do komunikacji miejskiej oraz budowanie integralności transportu publicznego w skali aglomeracji krakowskiej. Nowa polityka transportowa zawiera elementy, które wynikają z wytycznych projektu CH4ALLENGE, którego Kraków, jako jedno z dziewięciu europejskich miast, jest uczestnikiem. Projekt CH4ALLENGE dotyczy planowania zrównoważonej mobilności i koncentruje się na wymianie wiedzy (niekiedy dzięki działaniom pilotażowym) oraz asyście w przygotowaniu i wdrażaniu strategii [31]. Skuteczność wprowadzania polityki zrównoważonego transportu w Krakowie została potwierdzona pod koniec 2016 roku poprzez nagrodzenie miasta za rewolucję komunikacyjną w centrum. Długość ulic w centralnej części miasta dostępnych wyłącznie dla pieszych wynosi 3400 metrów. Pod tym względem Kraków może rywalizować jedynie z Kopenhagą, która do niedawna znajdowała się na pierwszym miejscu (3200 metrów ulic tylko dla ruchu pieszych). Nagroda za zmiany w organizacji centrum Krakowa została przyznana przez jury składające się z przedstawicieli największych europejskich miast, którzy mogą pochwalić się dużymi osiągnięciami w zakresie mobilności [32].

Ekologiczny aspekt modernizacji krakowskiej floty autobusów w latach 2010–2015

Inwentaryzacji floty krakowskich autobusów dokonano pod kątem przygotowania do obliczeń wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do powietrza oraz oceny jej zmian na przestrzeni lat 2010–2015. Wszelkie podejmowane przez przedsiębiorstwa przewozowe inwestycje mające na celu odmłodzenie taboru były skutkiem prowadzonej polityki transportowej miasta oraz uczestnictwa przedsiębiorstw (głównie Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego SA) w projektach unijnych zapewniających fundusze na zakup nowych, ekologicznych pojazdów.

Największą część sieci komunikacji publicznej oraz pojazdów kursujących po aglomeracji krakowskiej eksploatowana jest przez MPK SA (do 2014 roku ponad 94% całkowitej floty krakowskich autobusów). W wyniku wprowadzonej demonopolizacji rynku usług przewozowych od 2008 roku po krakowskich drogach poruszają się także autobusy firmy Mobilis group Sp. z o.o., których udział w 2014 roku wzrósł do blisko 12%.

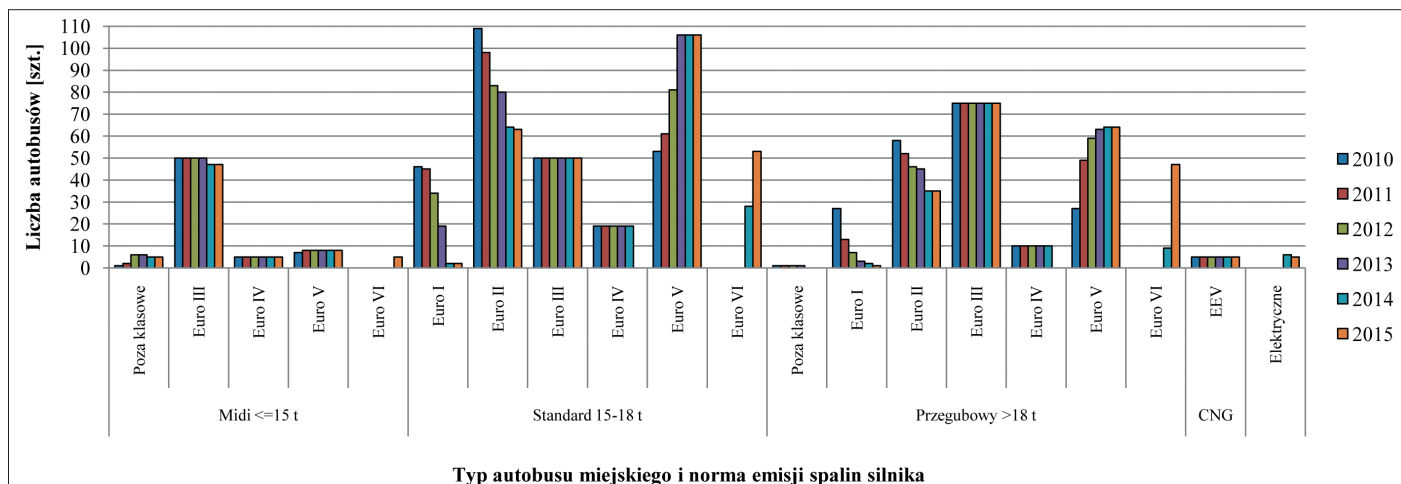
Wyniki badań prowadzonych na świecie wskazują, że głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w miastach i aglomeracjach miejskich stał się transport drogowy. W związku z powyższym aspekt ekologiczny eksploatowanych w aglomeracji krakowskiej autobusów ma priorytetowe znaczenie ze względu na rejestrowane problemy z jakością powietrza, a zwłaszcza ponadnormatywne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀, benzo(a)pirenu oraz tlenków azotu (NO_x).

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie, jak modernizacja eksploatowanej na krakowskich drogach floty autobusów wpłynęła na redukcję emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do powietrza. Wyniki obliczeń wielkości emisji przedstawione w artykule oszacowano za pomocą oprogramowania COPERT 4, który został opracowany na Uniwersytecie Arystotelesa w Salonikach, w oparciu o metodykę CORINAIR (Europejska Agencja Środowiska, EEA) [33, 34]. Zmieniającą się na przestrzeni lat liczbę autobusów wraz z ich klasyfikacją w zależności od typu pojazdu (midi, standardowy, przegubowy) oraz spełniającej przez jego silnik normy emisji spalin przedstawia rysunek 1.

Aby przeanalizować kierunki modernizacji taboru głównego krakowskiego przewoźnika (MPK SA) na przestrzeni lat 2010–2015, w pierwszej części scharakteryzowano stan floty eksploatowanych autobusów w 2010 roku.

W trzech zajezdniach autobusowych w 2010 roku znajdowało się łącznie 514 pojazdów (w tym jeden pojazd odrestaurowany zaliczany jako zabytek), przejeżdżających po aglomeracji krakowskiej blisko 38 mln kilometrów. Większość pojazdów była już niskopodłogowa, pojazdy z wysoką podłogą stanowiły niecałe 5,5% całej floty. Największą grupę pojazdów poruszających się po krakowskich drogach stanowiły autobusy spełniające obowiązującą od 2000 roku normę emisji spalin Euro III (około 34%), z czego w większości były to autobusy przegubowe (blisko 43% pojazdów z silnikami spełniającymi normę emisji spalin Euro III), pozostały udział w równej części przypadła na autobusy standardowe oraz typu midi. Drugą, prawie równoliczną grupą eksploatowanych pojazdów, były autobusy z silnikami Euro II (wejście normy w życie – 1996 rok), stanowiące blisko 32,5% całości floty, z czego w zdecydowanej większości były to autobusy standardowe (około 65% z wszystkich eksploatowanych pojazdów z silnikiem Euro II). Ponad 14% floty stanowiły pojazdy z silnikami Euro I (normy obowiązującej od 1993 roku), blisko 12,5% to pojazdy z silnikiem Euro V (normy obowiązującej od 2009), a około 4,5% to pojazdy spełniające wymagania EEV. Spełnienie wymagań EEV było dobrowolne dla posiadaczy pojazdów, a normy emisji spalin obowiązujące dla EEV mieściły się między wymaganiami Euro V i Euro VI. Pojazdy z silnikami Euro IV, poruszające się po krakowskich

² Nowa polityka transportowa została przyjęta przez radę miasta Krakowa 8 czerwca 2016 roku.



Rys.1. Liczba poszczególnych typów autobusów miejskich w latach 2010–2015 i ich normy emisji spalin
 Źródło: Dane MPK SA w Krakowie oraz Mobilis Group Sp. z o.o.

drogach, należały w większości do spółki Mobilis Group. We flocie MPK SA stanowiły one jedynie niecałe 2%, z czego połowa to pojazdy typu midi, a pozostała część to pojazdy zasilane gazem ziemnym CNG. Biorąc pod uwagę najaktualniejsze na 2010 rok standardy emisyjne, flota głównego krakowskiego przewoźnika była stosunkowo stara (Euro I – Euro IV) i mało ekologiczna (blisko 83% pojazdów nie spełniało najnowszych wówczas norm emisji spalin Euro V).

Na przestrzeni lat 2010–2015 MPK SA dokonało istotnej modernizacji swojej floty. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA stopniowo wycofywało z eksploatacji większość pojazdów spełniających najstarsze normy emisji spalin (Euro I i Euro II), przy jednoczesnym zastępowaniu ich pojazdami z silnikami EEV oraz Euro VI, a także podejmowało działania polegające na testowaniu innych, bardziej ekologicznych rozwiązań, tj. wprowadzało autobusy elektryczne i hybrydowe. W roku 2015 tabor liczył 509 pojazdów, które łącznie pokonały ponad 35 mln kilometrów, z czego 5 pojazdów stanowiły autobusy zabytkowe (około 7 tysięcy km rocznie), a kolejne 5 pojazdów to bezemisyjne autobusy elektryczne obsługujące jedną linię komunikacyjną (około 110 tysięcy km rocznie). Autobusy z silnikami spełniającymi normę emisji spalin Euro I stanowiły wówczas już tylko 0,5% całej floty (udział ten w stosunku do 2010 roku zmniejszył się o ponad 13%), a z silnikami Euro II niecałe 19,5% (zmniejszenie udziału o około 13% względem roku 2010). Pojazdy z silnikami Euro III nadal stanowiły najliczniejszą grupę (około 33,8% całej floty), a drugie miejsce pod względem liczności przypadło pojazdom z silnikami EEV (ponad 22% całej floty). Autobusy z silnikami Euro IV i Euro V stanowiły nadal odpowiednio 2 i 12,5% floty (w takich samych proporcjach od 2010 roku). Z kolei grupą pojazdów, która wzbogaciła flotę krakowskiego przewoźnika o około 7,5%, były autobusy z silnikami Euro VI. Reasumując: po wycofaniu z eksploatacji 142 sztuk pojazdów z najgorszymi normami emisji spalin (głównie Euro I i II) zakupiono 129 nowych pojazdów (91 sztuk EEV, 38 sztuk Euro VI).

Pod względem emisyjnym – w 2010 roku flota autobusów MPK SA wyemitowała łącznie ponad 440 Mg tlenków azotu (NO_x), głównego komunikacyjnego zanieczyszczenia

(z czego ponad 87% to emisja z przestarzałej floty), blisko 12 Mg pyłu zawieszonego PM10 (z czego blisko 92% wyemitowała przestarzała flota) oraz ponad 34 g benzo(a)pirenu (z czego 75% przypadło na emisję z najstarszych pojazdów).

Z kolei w roku 2015 wartości te kształtowały się następująco: emisja tlenków azotu (NO_x) – około 335 Mg, z czego ponad 63% stanowiła emisja z przestarzałej floty (Euro I – Euro IV), emisja zawieszonego PM10 – około 7,7 Mg pyłu, z czego prawie 70% to emisja z najstarszych pojazdów oraz emisja benzo(a)pirenu – około 31,5 g (blisko 50% emisji pochodzi z eksploatacji najstarszych pojazdów). Jak można zauważyć, na przestrzeni lat 2010–2015 nastąpiła redukcja tlenków azotu o blisko 24%, dla pyłu zawieszonego PM10 o blisko 11% oraz benzo(a)pirenu o ponad 7%.

Spółka Mobilis group podpisała dotychczas dwa kontrakty na usługi przewozu pasażerów. Pierwszy kontrakt (lata 2008 – 2014) dotyczył eksploatacji 29 pojazdów obsługujących 4 linie autobusowe (blisko 2,5 mln kilometrów rocznie). Były to pojazdy firmy IRISBUS CITELIS (19 sztuk, autobusy standardowe) oraz SOLARIS URBINO (10 sztuk, autobusy przegubowe), których silniki spełniały, w dniu rozpoczęcia pracy na krakowskich drogach, najwyższe wówczas normy emisji spalin Euro IV (norma obowiązywała od 2006 roku).

Po zakończeniu pierwszego kontraktu firma podpisała kolejną umowę przewozową na okres kolejnych dziesięciu lat (2014–2024). Usługi mają być świadczone na 12 liniach miejskich oraz na dodatkowej 1 linii kursującej wyłącznie w okresie wakacyjnym przez 67 sztuk ekologicznych autobusów marki MERCEDES-BENZ (38 pojazdów przegubowych) oraz AMZ-KUTNO (5 pojazdów typu midi i 24 pojazdy standardowe). Pojazdy te spełniają restrykcyjną (obowiązującą od 2014 roku) normę emisji spalin Euro VI (roczna praca przewozowa ponad 5 mln kilometrów).

Pod względem emisyjnym flota obsługująca pasażerów w trakcie pierwszego kontraktu corocznie emitowała ponad 19 Mg tlenków azotu (NO_x), będących głównym zanieczyszczeniem komunikacyjnym. Drugi kontrakt, w ramach którego tabor został zwiększony ponad dwukrotnie, charakteryzował się redukcją emisji tych zanieczyszczeń o ponad 85%. Biorąc pod uwagę także emisje innych zanieczyszczeń, takich

jak: pył zawieszony PM10 oraz benzo(a)piren (których ponadnormatywne stężenia w powietrzu rejestrowane są w polskich aglomeracjach), zauważyć można w drugim kontrakcie zwiększenie sumarycznej emisji z nowej floty odpowiednio o około 30 i 111,5% (czyli ponad dwukrotnie). Jednakże analizując te wartości dla równolicznej floty w pierwszym i drugim kontrakcie, zredukowano emisję tych zanieczyszczeń – dla PM10 o około 44%, a dla benzo(a)pirenu o około 9%.

Posumowanie i wnioski

Kraków jest miastem, które konsekwentnie realizuje przyjętą politykę transportową, nieustannie dbając o ulepszenie swojego systemu transportowego (w tym transportu zbiorowego) oraz rozwijanie go zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju. Efektem długotrwałej strategii transportowej jest możliwość konkurowania z innymi miastami europejskimi oraz docenianie przez ich włodarzy wprowadzanych w Krakowie rozwiązań w zakresie mobilności. Działania modernizacyjne firm transportowych zajmujących się świadczeniem usług przewozu pasażerów, polegające na zakupie nowych pojazdów spełniających najnowsze wymogi prawne pod względem emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych i zastępowaniu nimi najstarszych eksploatowanych autobusów oraz promowaniu transportu zbiorowego wśród społeczeństwa, jest procesem niezwykle kosztownym i długotrwałym. W związku z powyższym, biorąc pod uwagę trudną – w porównaniu do zachodnioeuropejskich krajów – sytuację gospodarczą w Polsce, wszelkie podejmowane działania mające na celu poprawienie stanu jakości powietrza są godne pochwały. Inwestycje krakowskich przewoźników sprawiły, że na przestrzeni lat 2010–2015 tabor autobusowy powiększył się z 543 sztuk pojazdów (z czego ponad 83% w 2010 roku stanowiły autobusy z silnikami charakteryzującymi się najgorszymi parametrami emisji spalin Euro I – Euro IV) do 576 sztuk (z czego blisko 40% stanowią pojazdy spełniające najnowsze normy emisji spalin Euro V, EEV oraz Euro VI). W przeciągu pięciu lat sumaryczna emisja tlenków azotu z komunikacji miejskiej została ograniczona o ponad 28%, a pyłu zawieszonego PM10 o blisko 35%. Biorąc pod uwagę przytoczone fakty, należy uznać, że redukcja emisji zanieczyszczeń osiągnięta w aglomeracji krakowskiej jest wysoka. Niewątpliwie działania krakowskich przewoźników wpłynęły na poprawę jakości krakowskiego powietrza, która jest ciągle niezadowolająca.

Literatura

1. Kumar Pathak S., Sood V., Singh Y. i in., *Real world vehicle emissions: Their correlation with driving parameters*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Elsevier, Vol. 44, 2016.
2. Parysek J.J., *Miasta polskie na przełomie XX i XXI wieku: rozwój i przekształcenia strukturalne*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2005.
3. Martínez-Jaramillo J.E., Arango-Aramburo S., Álvarez-Urbe K.C., Jaramillo-Álvarez P., *Assesing the impacts of transport policies through energy system simulation: The case of the Medellin Metropolitan Area, Colombia*, Energy Policy, Elsevier, Vol. 101, 2017.
4. Ejdys S., *Optymalizacja Miejskiego Transportu Zbiorowego na przykładzie miasta Olsztyna*, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Katedra Nauk o Przedsiębiorstwie, Praca doktorska (otwarty dostęp).
5. Gadziński J., *Funkcjonowanie lokalnego systemu transportowego na tle współczesnych procesów urbanizacyjnych. Przykład aglomeracji poznańskiej*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2013.
6. Nanaki E., Koroneos C., Roset J. i in., *Environmental Assessment of 9 European Public Bus Transportation Systems*, Sustainable Cities and Society, Elsevier B.V., Vol. 28, 2017.
7. Moreno T., Reche C. Rivas I. i in., *Urban air quality comparison for bus, tram, subway and pedestrian commutes in Barcelona*, Environmental Research, Elsevier, Vol. 142, 2015.
8. Miłaszewicz D., Ostapowicz B., *Warunki zrównoważonego rozwoju transportu w świetle dokumentów UE*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, nr 24 Gospodarka, zarządzanie, środowisko, 2011.
9. Bartniczak B., *Zrównoważony transport na poziomie regionalnym jako przedmiot pomiaru wskaźnikowego*, Studia Ekonomiczne, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, t. 143, 2013.
10. World Knowing [dostęp online, 10.11.2016]: <http://worldknowing.com/>
11. Askmen [dostęp online, 10.11.2016]: http://uk.askmen.com/top_10/travel/top-10-public-transit-systems.html
12. Docelowo [dostęp online, 10.11.2016]: <http://docelowo.pl>
13. Moja Kopenhaga [dostęp online, 10.11.2016]: <http://moja-kopenhaga.pl/>
14. Berlimix [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.berlimix.net/>
15. Ministerstwo Spraw Zagranicznych, Hongkong [dostęp online, 10.11.2016]: http://www.hongkong.msz.gov.pl/pl/wspolpraca_dwustronna/o_hongkongu/transport/?printMode=true
16. Próczyński Mieczysław [dostęp online, 10.11.2016]: http://www.mpr.pl/far_east_2009/hongkong.asp
17. Gierak Krzysztof [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.krzysztofgerak.pl/2013/02/paryz-komunikacja-miejska-metro.html>
18. Ethnopassion [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.ethnopassion.pl/2016/01/transport-miejski-w-paryzu-porady.html>
19. Udyomedia [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.udyomedia.pl/def-Seul.html>
20. World Travel [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.rio13.pl/komunikacja-miejska-w-seulu.html>
21. Miasto w ruchu [dostęp online, 10.11.2016]: <http://miastowruchu.pl/zrownowazony-transport-w-seulu2/>
22. Różański Michał [dostęp online, 10.11.2016]: <https://rozmi.wordpress.com/>
23. Projekt internetowy Kałasznikowa Nikołaja [dostęp online, 10.10.2016]: <http://www.moskwa.pro/praktyka/>
24. Japoland [dostęp online, 10.11.2016]: <http://japoland.pl/>
25. Ready for boarding [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.readyforboarding.pl/>
26. Japonia oczami fana [dostęp online, 10.11.2016]: <http://ka-waii-mrjedi.blogspot.com/>
27. Forbes [dostęp online, 10.11.2016]: http://www.forbes.com/2008/10/28/commute-cities-world-forbeslife-cx_mw_1028realestate_slide_3.html
28. Wesołowski J., *Miasto w ruchu. Przewodnik po dobrych praktykach w organizowaniu transportu miejskiego*, Instytut Spraw Obywatelskich, Łódź 2008.
29. Dokument strategiczny: Polityka transportowa dla Miasta Krakowa na lata 2007–2015.
30. Polityka transportowa dla Miasta Krakowa na lata 2016–2025.
31. CH4LLENGE [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.sump-challenges.eu/content/city-krakow>
32. Nawigacja w komunikacji miejskiej jakdojade.pl [dostęp online, 10.11.2016]: <http://krakow.jakdojade.pl/>
33. Europejska Agencja Środowiska [dostęp online, 10.11.2016]: <http://www.eea.europa.eu/pl>
34. EMISIA mission for environment, COPERT 4 [dostęp online, 10.11.2016]: <http://emisiamission.com/products/copert-4>