

Katarzyna KOWALSKA, Paweł SMENTEK *

TECHNOLOGIA ŁADOWANIA INDUKCYJNEGO KROKIEM MIŁOWYM W ROZWOJU ELEKTRYCZNYCH ŚRODKÓW TRANSPORTU AUTOBUSOWEGO NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU „EMIL”

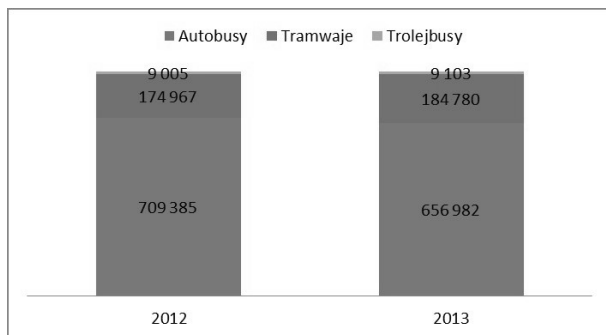
1. WPROWADZENIE

Bardzo ważnym elementem każdego miasta jest komunikacja miejska. W dużych aglomeracjach mamy do czynienia z ustabilizowaną tendencją do korzystania z przewozów transportem zbiorowym ze względu na rosnącą potrzebę przemieszczania się przez mieszkańców. Masowy rozwój motoryzacji jaki zaobserwowany w Polsce w okresie ostatniego dziesięciolecia przyczynił się do postrzegania transportu publicznego nie tylko jako środka do przemieszczenia się ludności ale sposobu na zmniejszenie zatorów i wydatków na infrastrukturę drogową. Dlatego też większość dużych miast w Polsce zwraca szczególną uwagę na rozbudowę i poprawny rozwój komunikacji miejskiej, która funkcjonując sprawnie zmniejsza liczbę użytkowników transportu indywidualnego, przyczyniając się jednocześnie do poprawy warunków ekologicznych.

Autobus to niewątpliwie „król” komunikacji miejskiej w Polsce. Dane statystyczne przedstawione przez Główny Urząd Statystyczny wskazują, że w 2013 roku po 51 562 kilometrach tras woziło nas 11 518 autobusów komunikacji miejskiej, dając zawrotny wynik 656 982 000 kilometrów łącznego przebiegu. [16]

Zagłębiając się w tematykę napędu nietrudno jest stwierdzić, że w znaczącej większości mamy do czynienia z wręcz tradycyjnym, wysokoprężnym silnikiem Diesla. W znacznie mniejszym stopniu są to alternatywne metody, takie jak silniki zasilane gazem CNG (na przykład 16 sztuk w PKM Gdynia [12]), hybrydy wysokoprężno-elektryczne czy w końcu konstrukcje oparte wyłącznie na silniku elektrycznym – warto w tym miejscu wspomnieć o zauważalnym, chociaż bardzo powolnym wzroście zainteresowania w Polsce tą metodą napędu, jakim wykazują się władze miejskie:

* Koło Naukowe „Logistyka”, Politechnika Poznańska



Rys. 1. Przebieg wozów ogółem w tys. wożo-kilometrów

(źródło: opracowanie własne na podstawie: Zespół pod kierownictwem Doroty Turek: *Transport. Wyniki działalności w 2013 r. Departament Handlu i Usług Głównego Urzędu Statystycznego. Warszawa 2014, str. 196*)

- Warszawy zamawiając 10 w pełni elektrycznych autobusów i planując dwa kolejne przetargi na tą samą liczbę sztuk w latach 2015 i 2016 [14],
- Krakowa, gdzie od 29 kwietnia 2014 roku funkcjonuje pierwsza w Polsce linia autobusowa obsługiwana wyłącznie przez autobusy elektryczne [11],
- wielu innych miast, na przykład: Poznania [13], Gdańska [4] czy Wrocławia [5], gdzie postanowiono przetestować autobusy elektryczne we własnych warunkach.

W ramach transportu miejskiego jak i indywidualnego możemy wyróżnić koszty własne, koszty infrastruktury transportowej, koszty czasu i koszty zewnętrzne. Łącznie tworzą one koszty transportu miejskiego. Ważne jest, iż przedsiębiorstwa zmuszone są do prowadzenia odpowiedniej polityki zakupu taboru, w celu zapewnienia odpowiedniego udziału amortyzacji w kosztach oraz aby przy danych przychodach nie doprowadzić do strat w rachunku wyników. Również istotnym elementem generującym koszty jest zjawisko kongestii, efektem którego zachodzi konieczność wzrostu nakładów finansowych na eksploatację pojazdów oraz kosztów związanych z zanieczyszczeniem środowiska i hałasem. Pojazdy w transporcie publicznym emitują duże ilości zanieczyszczeń, wytwarzają ogromny hałas co niekorzystnie wpływa na zdrowie mieszkańców. Skutkiem są: przesunięcie progu słyszalności, stany nerwicowe, problem z koncentracją. Dlatego powinno dążyć się do doboru takiego taboru,

który znacznie zmniejszy negatywne wpływy transportu publicznego na środowisko [3] [15].

Rozdział pierwszy dotyczy idei autobusu elektrycznego, wraz ze sformułowaniem podstawowej przyczyny powodującej wciąż symboliczne zainteresowanie tym rodzajem napędu. Historia bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej to temat przewodni rozdziału drugiego – skupiono się tu nad drogą do osiągnięcia obecnego stanu technologii počawszy od pierwszych eksperymentów Michaela Faradaya i Nikola Tesli. Rozdział trzeci przedstawia tytułową ideę wykorzystania w elektrycznych środkach miejskiego transportu autobusowego technologii ładowania indukcyjnego w kontekście problemu sformułowanego w rozdziale pierwszym, a którego rozwiązanie może stać się krokiem do wyjścia branży pojazdów elektrycznych ze swoistego impasu. Jako przykład udanie wprowadzonego w życie rozwiązania technologicznego można uznać niemieckie miasto Braunschweig, w którym z sukcesem realizowany jest projekt „Emil” - Elektromobilität mittels induktiver Ladung, co w wolnym tłumaczeniu oznacza „Elektromobilność z wykorzystaniem ładowania indukcyjnego”.

2. AUTOBUS JAKO POJAZD ELEKTRYCZNY

Podstawowym kryterium odróżniającym pojazdy elektryczne od spalinowych jest budowa układu napędowego – jego dwa najważniejsze elementy to silnik elektryczny (która zastąpiła tradycyjną jednostkę napędową Diesela) oraz źródło energii, którego konstrukcja stanowi największy problem, bowiem stosowane akumulatory mają stosunkowo niską gęstość energii – odpowiednio 25 Wh/kg w przypadku starszych konstrukcji ołowiowych oraz 150 Wh/kg w przypadku litowo-jonowych i litowo-polimerowych. Aby więc skumulować większą ilość energii należy proporcjonalnie zwiększyć ich wymiary i co za tym idzie – także i wagę. Przykładowo: akumulator ołowiowy musiałby ważyć aż 7,5 tony aby energia, którą zgromadził stanowiła równowartość mniej więcej 50 litrów benzyny [7]. W przypadku nowszych konstrukcji, mających wyższą gęstość tak czy inaczej masa wyniosłaby sporo powyżej tony. Oczywiście masa własna pojazdu powiększona o wagę zamontowanych akumulatorów powoduje zwiększone zapotrzebowanie na energię, czego efektem jest krótszy zasięg takiego pojazdu. Dodatkowo po rozładowaniu źródła energii pojazd zostaje unieruchomiony na czas od kilku do kilkunastu godzin w celu ładowania (w przypadku ogniwa litowo-jonowego: przynajmniej 2-3 godziny osiągając ok. 60-80% maksymalnej pojemności) – z perspektywy produktywności można stwierdzić niską ekonomiczność rozwiązania – w takim wypadku należy posiadać dodatkowy pojazd, który wyjedzie

na trasę w zamian za pojazd ładujący się jednocześnie generując dodatkowe koszty. Dla porównania pojazd spalinowy tankuje się w czasie od kilku do kilkunastu minut i od razu może wrócić na trasę [6].

Dlatego, w celu usprawnienia tej niewątpliwie pożytecznej metody napędzania pojazdów (brak emisji hałasu oraz spalin to zdrowsze środowisko dla ludzi, fauny i flory) postanowiono popracować nad skróceniem statycznego czasu ładowania jak i możliwością zmniejszenia masy akumulatorów. Przykładem rozwiązania znacząco poprawiającego pozycję konkurencyjną pojazdów elektrycznych wobec mniej ekologicznych rywali jest technologia bezstykowego, indukcyjnego przekazu energii elektrycznej Primove wynalezionej przez przedsiębiorstwo Bombardier i skutecznie wdrożonego wraz z Braunschweiger Verkehrs-GmbH w niemieckim Brunzshwiku.

3. TECHNOLOGIA ŁADOWANIA INDUKCYJNEGO

By zrozumieć istotę technologii ładowania indukcyjnego należy najpierw zapoznać się z pojęciem indukcji elektromagnetycznej. Michael Faraday w roku 1833 stwierdził, że prąd elektryczny płynie w obwodzie zamkniętym przy zmianach strumienia indukcji magnetycznej. Faraday zaobserwował doświadczalnie, że siła elektromotoryczna powstająca w obwodzie jest proporcjonalna do szybkości zmian strumienia indukcji pola magnetycznego obejmowanego przez ten obwód. By potwierdzić swoje odkrycia Faraday zbudował pierwszą prądnicę. Jego badania przyczyniły się do rozwoju elektrodynamiki – obecnie wszystkie generatory elektryczne opierają się na tej zasadzie. Kolejnym pionierem w dziedzinie elektrodynamiki był Nikola Tesla. Na początku XX wieku prowadził wiele badań między innymi nad prądem wielofazowym, podstawami generowania i przepływu prądu przemiennego. Jednym z wyników jego badań oraz doświadczeń jest doceniany i powszechnie używany na całym świecie transformator Tesli – jest to transformator powietrzny wytwarzający wysokie napięcie rzędu miliona woltów. Innym ważnym odkryciem wynalazcy jest bezprzewodowe przesyłanie prądu. W dużym uproszczeniu, proces bezprzewodowego ładowania polega na przesyłaniu prądu przez cewkę znajdującą się w ładowarce, która powoduje wytworzenie pola elektromagnetycznego. Dzięki niemu indukowane jest napięcie w drugiej cewce - znajdującej się w ładowanym urządzeniu - które powoduje ładowanie akumulatora. Zagadnienia te mogą wydawać się mało zrozumiałe, zatem przybliżmy je przedkładając możliwości wykorzystania ich w życiu codziennym [2].

Indukcja elektromagnetyczna jest obecnie podstawową metodą wytwarzania prądu elektrycznego oraz podstawą działania wielu urządzeń elektrycznych np. prądnic, alternatorów, generatorów w elektrowniach, transformatorów, pieców indukcyjnych, silników indukcyjnych i mierników indukcyjnych, cewek, głowic elektromagnetycznych. Jednak coraz częściej wykorzystuje się ją również w urządzeniach powszechniejszego, codziennego użytku.



Rys. 2. Mata do bezprzewodowego ładowania sprzętów elektronicznych
(źródło: <http://www.pcworld.pl/news/394867/Jak.to.dziala.i.kto.rozwija.standardy.bezprzewodowego.ladowania.html>; dostęp 26.10.2014)

W sprzedaży dostępne są specjalne maty umożliwiające bezprzewodowe ładowanie smartfonów czy tabletów (rozwiązanie wykorzystywane m.in. u takich producentów jak Nokia (obecnie Microsoft), Apple, Sony czy Samsung. Inną ciekawostką jest fakt, że firma OralB już od lat '90 poprzedniego wieku umożliwia ładowanie elektrycznych szczoteczek do zębów w ten sposób. Jednak co najważniejsze: coraz częściej mówi się o tej technologii w kontekście zasilania samochodów elektrycznych.

4. ZASTOSOWANIE W ŚRODKACH TRANSPORTU NA PRZYKŁADZIE BRAUNSCHWEIGU [8]

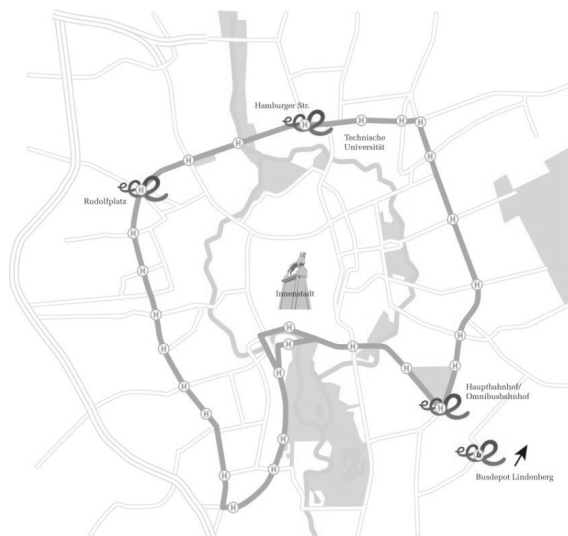
4.1. WSTĘP

Przykładem skutecznego wdrożenia technologii indukcyjnego ładowania autobusów elektrycznych jest projekt „Emil” - Elektromobilität mittels induktiver Ladung, (w wolnym tłumaczeniu oznacza „Elektromobliwość z wykorzystaniem ładowania indukcyjnego”), realizowany z powodzeniem przez Braunschweiger Verkehrs-GmbH w niemieckim Brunsz-



Rys. 3. Logo projektu Emil – Elektromobilität mittels induktiver Ladung
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

wiku. Nadrzędnym celem projektu jest wprowadzenie do regularnej eksploatacji technologii ładowania indukcyjnego w ramach reorganizacji ruchu na linii M19, której finałem będzie całkowite zastąpienie autobusów spalinowych elektrycznymi. Takie działanie ma na celu maksymalne zwiększenie możliwości operacyjnych autobusów elektrycznych w związku z wyeliminowaniem problemu kilkugodzinnego wyłączenia pojazdu z eksploatacji w celu ładowania – co ma miejsce w sytuacji, kiedy elektrybus ładowany jest tradycyjną metodą, tj. poprzez podłączenie zwykłej wtyczki do gniazdka elektrycznego.



Rys. 4. Trasa M19 wraz z zaznaczonymi przystankami z zainstalowanymi płytami indukcyjnego ładowania
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

Do tej pory tę 12-kilometrową trasę, wzdłuż której rozlokowano 25 przystanków obsługiwały konwencjonalne autobusy o spalinowym napędzie wysokoprężnym. Istotną jej cechą jest pierścieniowy przebieg zapewniający połączenie między najważniejszymi częściami miasta takimi jak centralny dworzec kolejowy, śródmieście, Uniwersytet Techniczny oraz dzielnice mieszkalne, stając się naszym zdaniem jedną z najważniejszych (jeżeli nie najistotniejszą) trasą w mieście. Zgodnie z danymi dotyczącymi dni roboczych, przedstawionymi przez Braunschweiger Verkehrs-GmbH dziennie wykonywane są 92 kursy, z których korzysta około 6000 pasażerów. Do tej pory trasę obsługiwało maksymalnie do 6 przegubowych spalinowych pojazdów [1].

4.2. ETAPY PROJEKTU. OPIS ZASTOSOWANYCH ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH

W dniu 17 sierpnia 2011 Braunschweiger Verkehrs-GmbH podpisało list intencyjny wraz z partnerami projektu: przedsiębiorstwem Bombardier – dostawcą technologii indukcyjnego transferu energii Primove; Uniwersytetem Technicznym w Brunshwiku – partnerem merytorycznym, reprezentowanym przez prof. dr. Jürgena Meinsa – głównego konsultanta z ramienia uczelni; oraz BS—ENERGY – dostawcą na potrzeby projektu prądu wysokiej mocy.

Projekt doczekał się dofinansowania ze strony Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej w wysokości 2,9 miliona euro.

Pierwszym istotnym elementem rozwoju projektu było uroczyste wmontowanie pierwszej płyty ładującej w infrastrukturę przystanku autobusowego przy Kolejowym Dworcu Głównym, która miała miejsce 4 czerwca 2013 roku (pierwsze tego typu urządzenie udało się z sukcesem zainstalować na terenie miejskiej zajezdni autobusowej na początku maja tego samego roku). Sercem tego 11-metrowego i 4-tonowego urządzenia jest pętla indukcyjnej transmisji energii, której moc maksymalna ładowania wynosi 200 kW. Uruchamianie odbywa się w pełni zautomatyzowany sposób dzięki zamontowanemu czujnikowi, który wykrywa postój przystosowanego pojazdu w odpowiednim miejscu. Ten sam przystanek, wraz z całą dodatkową infrastrukturą oficjalnie otwarto 10 września 2013 roku. Oprócz podstawowej swojej funkcjonalności związanej z obsługą pasażerów ma też charakter informacyjny dostarczając pasażerom ale i również wszystkim innym zainteresowanym wiadomości na temat rozwiązań technicznych projektu zaprezentowanych w atrakcyjnej formie graficznej.

Po wybudowaniu wszystkich trzech ładujących przystanków oraz przystosowaniu zajezdni projekt wszedł w decydującą fazę, bezpośrednio poprzedzającą wprowadzenie do regularnego kursowania liniowych



Rys. 5. Moment instalowania płyty ładującej w przystanek przy kolejowym dworcu głównym w Brunshwiku.

(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)



Rys. 6. Ukończony przystanek autobusowy wraz z całą niezbędną infrastrukturą.

(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

autobusów pasażerskich. Na trasę wyjechał specjalny „Laborbus” mogący wykonać wszystkie niezbędne testy urządzeń działających w ramach technologii Primove.

Był to efekt współpracy Bombardiera z TÜV SÜD – niemiecką międzynarodową organizacją kontroli technicznej, kładącą szczególny nacisk na badania i certyfikację w szerokim zakresie usług, które w trakcie prac badawczych prowadzonych pod kątem bezpieczeństwa wspomnia-



Rys. 7. „Laborbus” Bombardiera w trakcie prac testowych na zamontowanej przy kolejowym Dworcu Głównym indukcyjnej płycie ładującej
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)



Rys. 8. Tzw. Pickup (pad ładujący) za pomocą którego dokonywano próbnych operacji ładowania
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

nym wcześniej mobilnym autobusowym centrum badawczym wykonało ponad 280 procesów ładowania bezstykowego przejeżdżając łącznie ok. 3000 kilometrów. Na tym etapie potwierdzono gotowość urządzeń do rozpoczęcia regularnej pracy i przyznano Bombardierowi zezwolenie na wykonywanie usług przewozu publicznego z wykorzystaniem technologii Primove.

Mając infrastrukturę w gotowości, realizatorzy projektu „Emil” nie

zapomnieli o podstawowym aspekcie – zmodernizowanym na potrzeby indukcji elektrycznej autobusie elektrycznym. Jego premiera miała miejsce 21 stycznia 2014 roku. Do współpracy w tej dziedzinie zaproszono podpoznańskie przedsiębiorstwo Solaris Bus and Coach S.A., które wyprodukowało w tym celu swój sztandarowy, w pełni elektryczny produkt – Solaris Urbino 12 electric (E12). Jest to pierwszy autobus o tego typu napędzie we flocie Braunschweiger Verkehrs-GmbH.



Rys. 9. Solaris Urbino 12 electric (E12) w barwach projektu „Emil”
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)



Rys. 10. Solaris Urbino 12 electric (E12) w barwach projektu „Emil”
(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

Jednostkę napędową stanowi silnik elektryczny Vossloh-Kiepe o mocy 160 kW, współpracujący z zestawem dwóch akumulatorów litowo-jonowych o pojemności 60 kWh. Łączna masa własna pojazdu to około 19 ton, z czego 0,7 tony stanowi masa akumulatorów [9].

Elementem wyróżniającym ten egzemplarz od seryjnie produkowanego E12 jest tzw. Pickup (pad ładujący), zamontowany pod pojazdem w sposób umożliwiający jego obniżanie w celu doładowania baterii a następnie podwyższanie do pozycji wyjściowej. Taka konstrukcja zapewnia niezauważalne, bezstykowe zasilanie akumulatorów w energię elektryczną prosto z płyty ładującej zamontowanej pod powierzchnią przystanku autobusowego w ciągu zaledwie kilku do kilkunastu sekund.

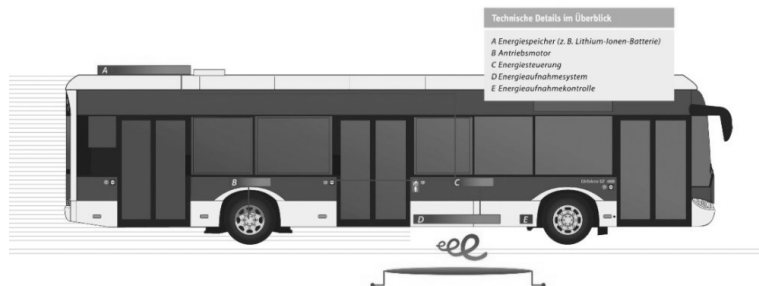


Rys. 11. Pickup (pad ładujący) zamontowany w autobusie Solaris Urbino 12 electric (E12) w barwach projektu „Emil”

(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

W celach informacyjnych wewnątrz pojazdu umieszczono opis systemu ładującego jak i oznaczono miejsca zamocowania elementów: pada ładującego, akumulatorów oraz elektrycznej jednostki napędowej.

Regularna eksploatacja elektrobusego na linii M19 rozpoczęła się zgodnie z planem w dniu 27 marca 2014 roku, co uczczono uroczystym inauguracyjnym przejazdem z udziałem przedstawicieli instytucji współpracujących w ramach projektu „Emil”, Stefana Schmitta – wysokiego urzędnika Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej, innych osób ze świata polityki i gospodarki oraz przedstawicieli mediów. Warto w tym miejscu zaznaczyć fakt, iż doprowadzenie projektu do tego momentu zajęło zaledwie około 20 miesięcy (licząc od momentu podpisania listu intencyjnego).



Rys. 12. Elementy układu napędowego bezpośrednio związane z projektem.
 a – Zbiornik energii (np. akumulatory litowo-jonowe); B – silnik napędowy; C – układ sterujący energią; D – system poboru energii (pad ładujący, tzw. Pickup); E – kontroler poboru energii

(źródło: <http://www.verkehr-bs.de/>; dostęp 26.10.2014)

W planach na ten rok planowane jest dostarczenie dodatkowych czterech 18-metrowych elektrycznych autobusów przegubowych firmy Solaris, dzięki czemu ich ilość przewyższy liczbę autobusów spalinowych, bowiem część z nich w związku z wprowadzeniem do kursowania ww. elektrobusów zostanie wycofana z eksploatacji na linii M19. W efekcie czego cel projektu, czyli wprowadzenie do regularnej eksploatacji technologii ładowania indukcyjnego i tym samym maksymalne wydłużenie możliwości operacyjnych autobusów elektrycznych (w związku z wyeliminowaniem problemu kilkugodzinnego unieruchomienia pojazdu z eksploatacji w celu ładowania) zostanie niemal zrealizowany a ukończenie go w całości będzie zależać tylko i wyłącznie od zakupu pozostałych kilku autobusów potrzebnych do całkowitego wycofania pojazdów spalinowych z tej trasy.

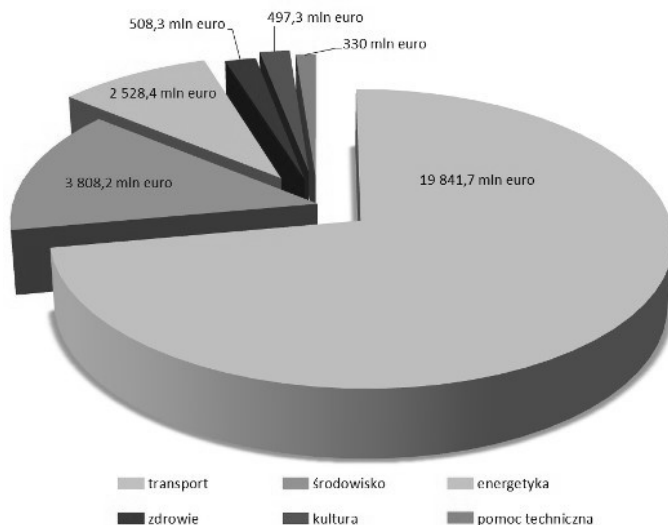
5. PODSUMOWANIE

Reasumując technologia ładowania indukcyjnego jest wielkim krokiem w stronę przyszłości komunikacji publicznej, a nawet w komunikacji indywidualnej. To konkurencyjna metoda w przeciwieństwie do innych metod napędu autobusów. Środowisko jest jedno i należy je chronić. Zasoby naturalne, takie jak np. ropa naftowa za jakiś czas się skończą, a potrzeba przemieszczania się ludzi nadal będzie rosła. Użycie tej technologii w autobusach jest ogromnym ukłonem w stronę ekologii i środowiska, ale i również zdrowia publicznego. Takie zastosowanie pozwoli lepiej wyko-

rzystywać sprzęt i cały tabor. Dzięki ciągłemu doskonaleniu tej metody autobusy mogłyby być ładowane w nocy, by w dzień wykonywać prace bez przerwy – „na pełen etat”, tak jak ma to miejsce w przypadku autobusów z silnikiem Diesla. Pojedyncze ładowania mogą być wykonywane na przystankach, które będą odpowiednio wyposażone w platformę ładującą. Z kolei częstsze ładowanie daje możliwość montażu mniejszych akumulatorów, co zmniejszyłoby ciężar autobusu, jego zapotrzebowanie na energię a także problemy związane z recyklingiem. Dodatkowo poziom emitowanego hałasu jest znacznie mniejszy, emisja zanieczyszczeń również. Nie zapominajmy jednak o pasażerach. Dla nich korzyścią jest komfort jazdy w przyjemnym, cichym otoczeniu. Koszt eksploatacji takiego autobusu będzie niższy niż w przypadku standardowego autobusu z napędem Diesla. Choć metoda jest tak fantastyczna i wszyscy wiążemy z nią nadzieję jako antidotum na ogromne problemy w komunikacji publicznej – ma też ona swoje wady. Typowym problemem są tutaj pieniądze. By autobusy najnowszej technologii mogły wystartować wymagana jest przebudowa całej infrastruktury liniowej i punktowej. Należałoby wymienić bądź zmodernizować część przystanków i zatok, by spełniały wymogi ładowania elektrycznego. Zmuszałoby to władze miast do zwiększenia nakładów inwestycyjnych. Również koszt zakupu pojedynczego autobusu będzie wyższy niż w przypadku typowego autobusu spalinowego.

Jednak i ten problem nie zostaje bez rozwiązania. Obecnie Unia Europejska mocno wspiera proekologiczne działania jak chociażby te mające na celu ograniczenie emisji spalin. W tym celu utworzono Program Infrastruktura i Środowisko, uwzględniony również w najnowszej perspektywie budżetowej Unii Europejskiej na lata 2014-2020. Głównym celem programu jest wspieranie gospodarki niskoemisyjnej, ochronę środowiska, przeciwdziałając zmianom klimatu, a także wspomóc transport i bezpieczeństwo energetyczne. W ramach Priorytetu III przewidziano środki na rozwój infrastruktury transportowej przyjaznej dla środowiska i ważnej w skali europejskiej. Przewidywany wkład unijny – 16 841,3 mln euro może zostać wydany m.in. na niskoemisyjny transport miejski. Głównym źródłem finansowania POIiŚ 2014-2020 będzie Fundusz Spójności (FS), którego podstawowym celem jest wspieranie rozwoju europejskich sieci transportowych oraz ochrony środowiska w krajach UE [10].

Nawiązując do ewolucji trolejbusów – de facto autobusów elektrycznych w pojazdy bezprzewodowe, wraz z perspektywami rozwoju ładowania indukcyjnego nie da się wykluczyć, iż w przyszłości również tramwaje będą korzystać z podobnej technologii, dzięki czemu wraz ze zniknięciem



Rys. 13. Podział środków UE dostępnych w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 pomiędzy poszczególne obszary wsparcia (dane na podstawie wstępnych szacunków)
(źródło: <http://www.pois.gov.pl>; dostęp 26.10.2014)

trakcji elektrycznej wzrośnie bezpieczeństwo (zniknie zagrożenie związane z porażeniem prądem) oraz poprawi się krajobraz aglomeracyjnych ulic.

LITERATURA

- [1] Broszura informacyjna Braunschweiger Verkehrs AG (edycja 02/2014) – http://www.verkehr-bs.de/fileadmin/user_upload/downloads/Emil/Newsletter_4_v.pdf (dostęp 09.11.2014)
- [2] Dudziewicz J.: Podstawy elektromagnetyzmu. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1972
- [3] Dydkowski G.: Wysokość oraz struktura kosztów jednostkowych w zbiorowym transporcie miejskim – cz. I, Biuletyn Komunikacji Miejskiej 2006 nr 88
- [4] Elektryczny autobus na testach w Gdańsku, <http://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Elektryczny-autobus-na-testach-w-Gdansk-u-n61027.html> (dostęp 26.10.2014)
- [5] Elektryczny autobus we Wrocławiu, <http://www.wroclaw.pl/elektryczny-autobus-we-wroclawiu> (dostęp 26.10.2014)

-
- [6] Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2007, rozdz. 11 i 15
- [7] Krajewski A.: Szybciej, dalej, ciszej, taniej. Nauka, motoryzacja. Newweek. 26.10.2003, s. 74-76
- [8] Oficjalna strona internetowa projektu „Emil”, <http://www.verkehr-bs.de/index.php?id=180> (dostęp 26.10.2014)
- [9] Oficjalna strona internetowa projektu „Emil” – „Der Elektrobuss ist da!”, <http://www.verkehr-bs.de/unternehmen/forschungsprojekt-emil/termine/21012014.html> (dostęp 09.11.2014)
- [10] Portal Funduszy Europejskich, http://www.pois.gov.pl/2014_2020/Strony/glowna.aspx (dostęp 26.10.2014)
- [11] Strona internetowa MPK Kraków, <http://www.mpk.krakow.pl/pl/aktualnosci/news,3440,pierwsza-regularna-linia-obslugiwana-autobusami-elektrycznymi-w-krakowie.html>; dostęp 26.10.2014 (dostęp 26.10.2014)
- [12] Strona internetowa MPK Poznań, <http://www.mpk.poznan.pl/aktualnosci/2003-e-jak-elektryczny> (dostęp 26.10.2014)
- [13] Strona internetowa PKM Gdynia, <http://www.pkmgdynia.pl/nasze-autobusy/> (dostęp 26.10.2014)
- [14] Triumf Solarisa ws. elektryków dla Warszawy, <http://wiadomosci.onet.pl/warszawa/triumf-solarisa-ws-elektrykow-dla-warszawy/nt2zd> (dostęp 26.10.2014)
- [15] Wyszkomski O.: Transport Miejski Ekonomia i Organizacja. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk 2010, s. 131
- [16] Zespół pod kierownictwem Doroty Turek: Transport. Wyniki działalności w 2013 r. Departament Handlu i Usług Głównego Urzędu Statystycznego. Warszawa 2014, s. 195-199

