



Zastosowanie napędu elektrycznego w autobusach jest istotnym instrumentem poprawy jakości powietrza w miastach. Fot. Solaris

Marta Wójcik

Ekologiczno-ekonomiczne rozwiązania techniczne w sektorze motoryzacyjnym. Część I: Rozwiązania konstrukcyjne

JEL: Q01, L62. DOI: 10.24136/atest.2018.342.

Data ogłoszenia: 27.09.2018. Data akceptacji: 3.11.2018.

Branża motoryzacyjna należy do jednych z najintensywniej rozwijających się sektorów gospodarki. Wzrost liczby pojazdów, zarówno na polskich, jak i światowych, drogach – poza niewymiernymi korzyściami związanymi z transportem towarów i ludzi – skutkuje również znacznym zanieczyszczeniem środowiska. Podczas spalania paliw w silnikach benzynowych oraz wysokoprężnych emitowane są gazy, m.in. CO₂, NO_x oraz SO_x, które – poza negatywnym wpływem na środowisko – przyczyniają się do pogorszenia warunków życia oraz rozwoju chorób cywilizacyjnych. W celu zminimalizowania szkodliwego oddziaływania sektora motoryzacyjnego na środowisko opracowane są nowe technologie zmniejszające zużycie paliwa oraz ograniczające emisję spalin i innych toksycznych związków. Pierwsza część artykułu przedstawia rozwiązania konstrukcyjne w sektorze motoryzacyjnym, wpływające na zmniejszenie szkodliwego wpływu pojazdów na środowisko oraz przyczyniające się do rozwoju tzw. ekomotoryzacji, uwzględniającej aspekty ekologiczne.

Słowa kluczowe: ekologia, motoryzacja, emisja spalin, środowisko, transport.

Wprowadzenie

Sektor motoryzacyjny stanowi jeden z filarów światowej gospodarki o istotnym wpływie na wielkość dochodu narodowego oraz tworzenie i utrzymanie miejsc pracy. Branża motoryzacyjna generuje około 8% PKB Polski i zapewnia około 10% ogólnego zatrudnienia w przemyśle [32]. Motoryzacja jest również głównym czynnikiem determinującym rozwój transportu ludzi i towarów. Z drugiej strony zespół podmiotów i działań związanych z motoryzacją tworzy zintegrowany system, który w zróżnicowany sposób oddziałuje na środowisko naturalne: glebę, wodę oraz powietrze (rys. 1) [15]. Według Filipowicza eksploatacja pojazdów oraz unieszkodliwienie odpadów pochodzących z produkcji, użytkowania i likwidacji samochodów i autobusów w największym stopniu oddziałuje na stan środowiska [10]. Rozwój motoryzacji i sektora transportu skutkuje emisją ponad 15 mln różnych związków chemicznych, w tym również o działaniu kancerogennym [6, 17]. Z kolei według danych Ministerstwa Energii transport jest emitentem około 60% zanieczyszczeń powietrza w polskich miastach [33].

Z uwagi na zarówno pozytywne, jak i negatywne, aspekty rozwoju motoryzacji w Unii Europejskiej wdrażane są różne instrumenty, mające na celu stworzenie konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu [7]. Stworzone zostały długoterminowe ramy na

rzecz kierowania rozwojem technologicznym i inwestycjami, postrzeganymi jako czynniki wzrostu gospodarczego, poprawy konkurencyjności regionów Unii Europejskiej oraz ograniczenia negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne [8, 14].

W ostatnich latach, poza wdrażaniem nowych rozwiązań technologicznych, poprawiających jakość i bezpieczeństwo jazdy, przemysł motoryzacyjny koncentruje się również na aspektach ekologicznych. Światowe koncerny motoryzacyjne na wszystkich etapach produkcji dążą do ograniczenia zużycia surowców oraz stosowania projektów „czystszej produkcji” (tab. 1). Branża motoryzacyjna kładzie również nacisk na zastosowanie w pojazdach nowej generacji rozwiązań technologicznych, które skutkują zmniejszeniem zużycia paliwa oraz emisji zanieczyszczeń. Efektem zmian w sektorze motoryzacyjnym są m.in. pojazdy zasilane przez silniki hybrydowe lub elektryczne. Wśród proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych w środkach transportu, w tym również w pojazdach komunikacji miejskiej, należy wymienić [22]:

- ♦ alternatywne napędy i źródła zasilania w transporcie, w tym indukcyjne bezstykowe systemy przekazywania energii do środków transportu;
- ♦ napędy wykorzystujące odnawialne źródła energii (OZE) oraz energię pochodzącą z odpadów oraz biopaliw, jak również napędy elektryczne;
- ♦ innowacyjne systemy i komponenty przetwarzania, uwzględniające odzysk i magazynowanie energii;
- ♦ optymalizację oraz poprawę konstrukcji i funkcjonalności podzespołów w środkach transportu;
- ♦ innowacyjne systemy recyklingu, odzysku i unieszkodliwiania;
- ♦ innowacyjne systemy redukcji emisji szkodliwych zanieczyszczeń;
- ♦ opracowanie i rozwój systemów bezpieczeństwa dla środków transportu;
- ♦ innowacyjne elementy wyposażenia pojazdów;
- ♦ systemy biomechaniczne w elementach wyposażenia samochodów i autobusów.

Poza czynnikami fizycznymi, istotny jest również styl jazdy, determinujący ograniczenie zużycia paliwa. Prawidłowy sposób prowadzenia pojazdu, uwzględniający zasady *eco-drivingu*, w połączeniu z nowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi, pozwala zmniejszyć ilość emitowanych spalin, przyczyniając się tym samym do zachowania obecnego stanu środowiska.

W poniższym artykule zaprezentowano przegląd rozwiązań technicznych stosowanych w środkach transportu, zorientowanych na ochronę środowiska naturalnego. Oprócz systemów już wdrożonych w branży motoryzacyjnej, przedstawiono również rozwiązania niszowe, znajdujące się na razie na etapie testów.

Rozwiązania konstrukcyjne w branży motoryzacyjnej wpływające na poprawę stanu środowiska

Zmniejszenie zużycia paliwa oraz ograniczenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń to główne wymagania stawiane branży motoryzacyjnej w ostatnich latach. Efektem proekologicznych działań w sektorze motoryzacji są różne systemy montowane w samochodach, które – poza poprawą ekonomiki i bezpieczeństwa jazdy



Rys. 1. Wzajemne powiązania między sektorem motoryzacyjnym i środowiskiem
Źródło: oprac. własne na podst. [10].

Tab. 1. Strategie przedsiębiorstw motoryzacyjnych w zakresie ekologii

		Aspekty środowiskowe
1.	Fiat	– zmniejszenie zapotrzebowania na energię przez pojazdy – ulepszenie technologii układów napędowych – wdrożenie aspektów zrównoważonego rozwoju na każdym etapie produkcji (emisja zanieczyszczeń, gospodarka wodno-ściekowa, zagospodarowanie odpadów)
2.	Ford Motor Company	– kontrola emisji zanieczyszczeń przez pojazdy – ograniczenie zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń przez produkowane pojazdy
3.	General Motors Company	– kontrola emisji zanieczyszczeń w pojazdach – ograniczenie zużycia paliwa przez samochody – wdrażanie i monitorowanie działań proekologicznych
4.	Renault	– działania zmierzające do zmniejszenia tzw. „ślądu środowiskowego” koncernu
5.	Honda	– rozwój technologii proekologicznych – wdrażanie technologii zeroemisyjnej i bezodpadowej – wprowadzanie rozwiązań poprawiających bezpieczeństwo jazdy w celu zmniejszenia liczby wypadków i ograniczenia ich wpływu na środowisko
6.	Hyundai	– działania zmierzające do wdrożenia ekologicznych pojazdów o zerowej emisji zanieczyszczeń – stosowanie alternatywnych źródeł energii
7.	Nissan	– przewodnictwo wśród koncernów w zakresie zerowej emisji zanieczyszczeń
8.	Suzuki	– uwzględnienie aspektów środowiskowych na wszystkich etapach produkcji, eksploatacji i utylizacji pojazdów – zmniejszenie zużycia paliwa i ograniczenie emisji spalin przez pojazdy – rozwój pojazdów zasilanych czystą energią – ograniczenie emisji hałasu – zmniejszenie ryzyka środowiskowego – promowanie idei recyklingu
9.	Toyota	– promowanie idei kształtowania środowiska niskoemisyjnego – propagowanie recyklingu odpadów motoryzacyjnych – wdrażanie aspektów ochrony środowiska i kształtowania zachowań społecznych do życia w harmonii z naturą
10.	Volkswagen Group	– wymiar docelowy: wzorcowy dla środowiska, bezpieczeństwa i integralności – odzyskanie i wzmocnienie zaufania klientów poprzez maksymalizację bezpieczeństwa produktów, z jednoczesnym uwzględnieniem aspektów ekologicznych – wdrażanie indeksów dekarbonizacji i emisji

Źródło: oprac. własne na podst. [3].



Fot. 1. Samochód wyprodukowany z bambusa i ratanu [24]

– w sposób bezpośredni lub pośredni oddziałują na środowisko naturalne. Rozwiązania stosowane w najnowszych pojazdach można podzielić na konstrukcyjne oraz ingerujące w pracę silnika [13, 20]. Wśród systemów wpływających na pracę silników należy wymienić m.in. *downsizing*, system *start/stop*, układ adaptacyjnej kontroli prędkości ACC oraz stosowanie bezstopniowej skrzyni CVT. Z kolei rozwiązania konstrukcyjne sprowadzają się przede wszystkim do zmniejszenia całkowitej masy pojazdów oraz zastosowania ekologicznych materiałów na etapie projektowania i produkcji, w tym również materiałów ulegających biodegradacji. Z uwagi na obszerność poruszanego zagadnienia w artykule skupiono się wyłącznie na rozwiązaniach konstrukcyjnych.

Jednym z priorytetowych działań producentów motoryzacyjnych jest zmniejszenie masy pojazdów, co wpływa bezpośrednio na ograniczenie zużycia paliwa oraz emisję zanieczyszczeń. Można to osiągnąć poprzez stosowanie niekonwencjonalnych materiałów do produkcji części składowych samochodów. Przykładem mogą być akumulatory produkowane z papieru. Baterie papierowe są ultracienkimi i elastycznymi bateriami zbudowanymi z nanorurek węglowych w połączeniu z konwencjonalnym papierem celulozowym [25]. Ich konstrukcja warunkuje wysoką wydajność pracy przy jednocześnie niskim zagrożeniu dla środowiska. Zasada działania akumulatorów papierowych jest zbliżona do powszechnie znanych baterii litowo-jonowych, z tym, że mogą być ładowane nawet do 20 razy szybciej względem swoich poprzedników. Dodatkowo baterie papierowe mogą napędzać pojazd przez cały dzień – bez konieczności pośredniego ładowania [25].

Krokiem naprzód w zakresie produkcji baterii z materiałów niekonwencjonalnych są bioakumulatory papierowe napędzane przez bakterie. Papierowa bateria składa się z kilku cienkich warstw metali i innych materiałów połączonych z warstwą papieru

celulozowego, na których umieszczono liofilizowany gatunek bakterii o zdolności do przenoszenia elektronów [18]. Wytworzone przez bakterie elektrony przenikają przez błonę komórkową i na skutek kontaktu z elektrodami zewnętrznymi zasilają baterię. Niewątpliwą zaletą bioakumulatorów jest również łatwość ich aktywowania przy użyciu wyłącznie niewielkiej ilości wody. W ciągu kilku minut od kontaktu z czynnikiem aktywującym bakterie wytwarzają niezbędną ilość elektronów do zasilania różnych urządzeń [11]. Ograniczeniem wdrożenia technologii na szerszą skalę jest jednak krótka żywotność akumulatorów papierowych, wynosząca maksymalnie 4 miesiące, oraz stosunkowo niska wydajność. Prowadzone są jednak prace badawcze nad wydłużeniem czasu użytkowania baterii oraz maksymalizacją ich pojemności.

Negatywny wpływ sektora motoryzacyjnego na środowisko naturalne można w znaczący sposób ograniczyć poprzez stosowanie na etapie projektowania i produkcji pojazdów lekkich materiałów. W ostatnich latach trendy w dziedzinie motoryzacji doprowadziły do zredukowania masy samochodów i autobusów średnio o 15% [12]. Poza popularnymi materiałami kompozytowymi, zastosowanie na etapie badań laboratoryjnych zyskały pojazdy wykonane z materiałów ulegających biodegradacji. Rozwój technologii proekologicznych w sektorze motoryzacyjnym doprowadził do skonstruowania samochodu wykonanego w większości z biomasy. W ramach prac badawczych Cobonpue i Birkner opracowali mierzący niecałe 4 m dwuosobowy pojazd wykonany z bambusa, ratanu oraz niewielkiej ilości stali, nylonu i kompozytów (fot. 1) [24]. Pomimo praktycznie „zerowej” szkodliwości dla środowiska, zastrzeżenia budzi stosunkowo krótka żywotność karoserii pojazdu. Według Cobonpue i Birknera po 5 latach użytkowania zewnętrzna obudowa wymaga całkowitej wymiany [24]. W związku z tym wątpliwe wydaje się wdrożenie do codziennego użytku pojazdów wykonanych z materiałów odnawialnych, niemniej jednak poszukiwanie proekologicznych rozwiązań jest ukłonem inżynierów branży motoryzacyjnej w kierunku ochrony środowiska.

Innowacyjnym rozwiązaniem w branży motoryzacyjnej, zaprezentowanym przez koncern Hondy i japońską firmę Kabuku, jest samochód z napędem elektrycznym, wyprodukowany za pomocą drukarki 3D. Pojazd o nazwie Micro Commuter (MC) wyposażony jest w silnik o mocy 6 kW oraz układ siedzeń w układzie tandemowym z przestrzenią ładowną, pozwalającą przewieźć kilka kartonowych pudełek (fot. 2). Pojazd Honda Micro Commuter został zaprojektowany docelowo jako samochód dostawczy, dedykowany



Fot. 2. Pojazd Honda Micro Commuter, wyprodukowany przy użyciu drukarki 3D [16, 36]



Fot. 3. Samochód słoneczny wyprodukowany przez firmę Vanke [31]

dla kurierów rozwożących towary na terenie gęsto zaludnionych stref miejskich. Pomimo niepozornego wyglądu, samochód może pokonać około 80 km z prędkością do 60 km/h bez potrzeby dodatkowego ładowania [30]. Oprócz niewielkich gabarytów, ogromną zaletą jest krótki czas produkcji pojazdu, wynoszący zaledwie 2 miesiące, oraz niewielka ilość powstających odpadów. Chociaż Honda MC nie doczekała się na razie komercyjnej produkcji, to jednak wizjonerzy branży motoryzacyjnej uważają, że pojazd będzie wzorcem dla produkowanych w przyszłości samochodów elektrycznych [30].

Rosnąca popularność pojazdów hybrydowych i elektrycznych wymaga od ich konstruktorów i producentów uzyskiwania jak największych przebiegów bez konieczności częstego ładowania. Efektem podjętych w tym zakresie działań są pojazdy zasilane energią słoneczną. Prekursorem badań nad wykorzystaniem energii słonecznej w motoryzacji był Alan Freeman, który w 1979 r. skonstruował pierwszy pojazd napędzany przez baterie słoneczne [2]. Rozwiązanie zaproponowane przez Freemana stało się bodźcem dla innych konstruktorów motoryzacyjnych, którzy na przestrzeni lat dążyli do poprawy parametrów pracy pojazdów napędzanych przez energię słoneczną. Obecnie większość światowych koncernów prowadzi badania nad modelami samochodów zasilanych paliwem niekonwencjonalnym, które przy możliwie niskiej szkodliwości dla środowiska zapewnią komfortowy transport towarów i ludzi. Przykładem może być samochód słoneczny, zaprojektowany przez chińskiego potentata motoryzacyjnego – firmę China Vanke; w najbliższym czasie ma on trafić do masowej sprzedaży. Pojazd zaproponowany przez firmę Vanke jest w pełni autonomicznym, sześciuosobowym samochodem, który – dzię-

ki zainstalowanym radarom oraz nawigacji – z łatwością omija przeszkody i pozwala dotrzeć na wskazane miejsce bez większej ingerencji człowieka (fot. 3) [31]. Będący na wyposażeniu pojazdu akumulator (po załadowaniu do pełna) zapewnia możliwość przemieszczania się przez cały dzień bez konieczności dodatkowego ładowania. Chociaż dotychczasowa wersja samochodu firmy Vanke pozwala osiągnąć prędkość zaledwie 35 km/h, zdaniem konstruktorów jest ona wystarczająca do poruszania się po zatłoczonych strefach miejskich, osiedlach i terenach przemysłowych, na jakie docelowo był zaprojektowany pojazd [31].

Wśród europejskich koncernów motoryzacyjnych o rolę prekursora w produkcji samochodów zasilanych energią słoneczną walczy firma Ford. Zaproponowany model Ford C-Max Solar, zamiast tradycyjnych akumulatorów, posiada zainstalowane na dachu ogniwa fotowoltaiczne o łącznej powierzchni 1,5 m² (fot. 4). Czterogodzinny postój w nasłonecznionym miejscu pozwala zgromadzić energię potrzebną do przejechania około 30 km. Ogniwa fotowoltaiczne są tylko alternatywnym rozwiązaniem, wspomagającym pracę napędu hybrydowego lub elektrycznego. Jednak producent zapewnia, że specjalna konstrukcja ogniw warunkuje możliwość pokonania około 75% dziennej trasy wyłącznie z energii uzyskanej z paneli fotowoltaicznych [26, 34]. Dodatkowo bilans emisji CO₂ z Forda C-Max Solar to około 50 g/km. Dla porównania: konwencjonalne samochody emitują około 120–130 g CO₂/km [38].

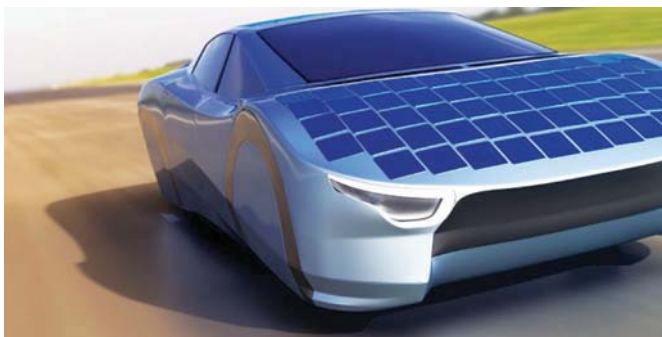
Innym rozwiązaniem, wykorzystującym wyłącznie energię uzyskaną ze słońca, jest dwuosobowy samochód zaproponowany przez australijską firmę EVX Ventures (fot. 5). Pojazd nazwany „Immortus” został wyposażony w panele słoneczne o łącznej powierzchni 8 m². W połączeniu z aerodynamicznym kształtem oraz specjalnymi oponami samochód jest w stanie osiągnąć prędkość do 160 km/h. Obecnie konstruktorzy dążą do zwiększenia ładowności samochodu, aby w przyszłości nadawał się do komercyjnego zastosowania w sektorze transportowym, w tym również w komunikacji miejskiej [28, 5].

Poza siłą napędową, panele słoneczne mogą pełnić funkcję systemu ogrzewania lub chłodzenia wnętrza pojazdu. Obecność paneli determinuje dopływ świeżego powietrza do kabiny, utrzymując odpowiednią temperaturę bez konieczności poboru energii z akumulatora. Światło słoneczne może schłodzić wnętrze pojazdu do około 20°C, wykorzystując wentylator samochodowy zasilany przez panel słoneczny. Wentylator może pracować z niewielką prędkością, warunkując obieg świeżego powietrza w przestrzeni pasażerskiej samochodu. Z kolei gorące powietrze odprowadzane jest na zewnątrz przez otwory wentylacyjne zainstalowane w tylnej części samochodu [9]. Wykorzystanie energii słonecznej w celach



Fot. 4. Ford C-Max Solar [31]





Fot. 5. „Immortus” firmy EVX Ventures [1, 18]

chłodzenia zapewnią zmniejszenie zużycia paliwa oraz związanej z nim emisji CO₂. Wstępne testy wykazały, że samochód wyposażony w panele słoneczne, jako element wspomagający działanie tradycyjnej klimatyzacji, skraca o blisko połowę konieczny czas jej pracy [23]. Oprócz korzyści ekologicznych i ekonomicznych, rozwiązanie wpływa również bezpośrednio na zwiększenie bezpieczeństwa kierowców. Nadmiernie nagrany samochód jest czynnikiem wpływającym na dekoncentrację użytkowników dróg; z tego względu wspomaganie pracy tradycyjnej klimatyzacji przez panele słoneczne może przyczynić się do zmniejszenia liczby wypadków na drogach [9].

Poza zasilaniem energią słoneczną, prowadzone są również prace nad zastosowaniem innych niekonwencjonalnych paliw w sektorze motoryzacyjnym. Propozycję produkcji autobusów wykonanych z bambusa oraz przetworzonych liści palmowych przedstawiono na Filipinach. Pojazd napędzany przez paliwo produkowane z kokosów przeznaczony jest docelowo do transportu od 6 do nawet 20 osób. Modele Eco 1, Eco 2 oraz Eco 3 – poza silnikiem, oponami i podwoziem – wykonane są wyłącznie z materiałów odnawialnych o możliwości bezproblemowej utylizacji po zakończeniu eksploatacji [4]. Dzięki pokryciu karoserii bambusowej przez warstwę poliuretanu pojazd może być eksploatowany przez około 10 lat. Na korzyść autobusu wykonanego z materiałów odnawialnych przemawiają również jego niewielka masa, zwrotność oraz odporność na działanie czynników środowiskowych, a także niskie koszty produkcji. Szacuje się, że całkowity koszt wyprodukowania autobusu wynosi około 4 tys. dolarów. Dodatkowo na jednym galonie paliwa kokosowego można pokonać 8-godzinną trasę [4]. Dotychczas projekt znajduje się na etapie badań, jednak w przyszłości planowane jest rozpoczęcie masowej produkcji ekologicznych autobusów. Oczywiście wdrożenie rozwiązania wymaga przeprowadzenia wcześniejszych szczegółowych analiz, uwzględniających możliwość dostosowania rozwiązania do danych warunków lokalnych.

Chociaż wydawać by się mogło, że ekologiczne rozwiązania w motoryzacji są jedynie utopijną wizją, to jednak sektor pojazdów zasilanych alternatywnymi paliwami jest w fazie intensywnego rozwoju. Przykładem jest *Plan na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, w którym jednym z fundamentalnych założeń jest reindustrializacja i elektryfikacja sektora transportowego [27]. W ramach *Planu Rozwoju Elektromobilności* planowane jest stworzenie do roku 2055 silnego przemysłu autobusów zasilanych energią elektryczną [19]. Jedne z pierwszych działań w tym zakresie podjęto w Krakowie, gdzie zakupiono 26 autobusów Solaris z silnikami DAF, wyposażonymi w system rekuperacji energii. System warunkuje możliwość kondensowania i późniejszego wykorzystania zgromadzonej energii do zasilania instalacji elektrycznej autobusu. Nowe autobusy Solaris napędzane są za pomocą silnika trakcyjnego



o mocy 160 kW oraz baterie o pojemności 160 kWh z możliwością ładowania za pomocą pantografu lub podczas postoju na terenie zajezdni przez złącze typu *plug-in*. Poza odmiennym systemem napędowym, elektryczne autobusy różnią się również zewnątrz od swoich poprzedników. Nowej generacji autobusy charakteryzują się bardziej przestronnym i komfortowym dla pasażerów wnętrzem z możliwością ładowania urządzeń elektrycznych dzięki obecności trzech portów USB. Poprawę bezpieczeństwa pasażerów ma zapewnić ergonomiczna kabina kierowcy, która – dzięki wyższemu usytuowaniu względem tradycyjnych pojazdów – zapewnia lepszą widoczność motorniczym [35, 37]. Obecnie elektryczne autobusy Solaris kursują głównie w rejonie II Obwodnicy Krakowa, ale w przyszłości, jako kolejny etap walki ze smogiem, planowane jest rozszerzenie ich zasięgu na inne rejony miasta. W ramach dalszej walki z emisją zanieczyszczeń prowadzone są również działania nad całkowitą wymianą taboru autobusowego na pojazdy hybrydowe lub z napędem elektrycznym.

Podsumowanie

Zaostrzenie norm emisji spalin przez Unię Europejską, jak również wahania cen paliw na światowych rynkach, są głównymi czynnikami determinującymi rozwój ekomotoryzacji, mającej na uwadze dbałość o środowisko naturalne. Potrzeba ograniczenia zużycia paliwa oraz związanej z tym bezpośrednio emisji spalin doprowadziła do produkcji ekologicznych pojazdów. Zmiany konstrukcyjne w sektorze motoryzacji odnotowano zarówno w zakresie doboru materiałów do produkcji samochodów i autobusów, jak i stosowania silników zasilanych alternatywnym paliwem. Trendami w dziedzinie ekomotoryzacji są m.in. pojazdy wyprodukowane z materiałów odnawialnych czy wyposażone w silniki wykorzystujące niekonwencjonalne paliwa. Część proekologicznych rozwiązań, m.in. autobusy elektryczne, została już wdrożona na szerszą skalę i zyskuje popularność w sektorze transportowym w wielu krajach, w tym również w Polsce.

Potrzeba ochrony środowiska dla przyszłych pokoleń powoduje, że wzajemne powiązania między ekologią, motoryzacją oraz sektorem energetycznym stają się coraz bardziej silne. Niezbędne jest zatem dążenie do rozwoju wszystkich dziedzin życia, w tym również branży motoryzacyjnej, z uwzględnieniem dbałości o środowisko naturalne, w myśl indyjskiego przysłowia: „Nie odziedziczyliśmy Ziemi po naszych przodkach. Pożyczyliśmy ją tylko od naszych dzieci” [24].

Bibliografia:

1. Ainomugisha G., *Will this Australian solar car start-up develop the future of transport? It just might...*: www.anthillonline.com/will-aussie-solar-car-start-develop-future-transport-just-might/ (dostęp: 26.09.2018 r.).

2. Babula M., Pietruszczak D., *Wybrane aspekty ekologicznych pojazdów samochodowych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 6.
3. Balicka A., *Aspekt środowiskowy w strategii przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej*, „Zarządzanie i Finanse. Journal of Management and Finance” 2017, T. XV, nr 3.
4. *Bambusowe auto na olej kokosowy*: www.tvp.info/896081/informacje/nauka/bambusowe-auto-na-olej-kokosowy/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
5. Blain L., *Immortus solar sports car to offer unlimited range on sunny days*: www.newatlas.com/immortus-solar-electric-sports-car-unlimited-range/38900/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
6. Bojanowska M., *Zanieczyszczenia motoryzacyjne w środowisku*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 10.
7. Dyr T., *Kierunki rozwoju transportu w Unii Europejskiej w drugiej dekadzie XXI w.*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 10.
8. Dyr T., Ziółkowska K., *Economic infrastructure as factor of the region's competitiveness*, „Central European Review of Economics & Finance” 2016, Vol. 6, No. 2.
9. *Energia słoneczna w samochodzie*: www.webasto.com/pl/produkty-i-rynki/ogrzewania-i-szyberdachy/dla-producentow-klasyczne-systemy-dachowe/dachowe-panele-sloneczne/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
10. Filipowicz J., *Rozwój motoryzacji a ekologia*, „Logistyka” 2011, nr 3.
11. Glatter R., *Paper And Bacteria: The NextGen Battery?*: www.forbes.com/sites/robertglatter/2018/08/20/paper-and-bacteria-the-nextgen-battery/#61bda5873100 (dostęp: 26.09.2018 r.).
12. Grygier M., *Ekologiczne rozwiązania, czyli jak producenci zmniejszają zużycie paliwa*: www.flota.com.pl/we_flocie/3365/ekologiczne-rozwiazania-czyli-jak-producenci-zmniejszaja-zuzycie-paliwa.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
13. Koniak M., *Modyfikacje pojazdu elektrycznego umożliwiające zewnętrzne bezprzewodowe sterowanie, na przykładzie gokarta elektrycznego*, „Logistyka” 2015, nr 4.
14. Kozłowska M., Abramowicz A., *Transport pasażerski w Strategii na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 7–8.
15. Merkiś J., *Zanieczyszczenia środowiska przez transport samochodowy*, Politechnika Poznańska, Poznań 2000.
16. *Mikrosamochód Hondy z drukarki 3D*: www.auto-swiat.pl/wiadomosci/mikrosamochod-hondy-z-drukarki-3d/pdlm6v (dostęp: 26.09.2018 r.).
17. Pater M., *Ekologiczne rozwiązania w transporcie*: www.info.clicktrans.pl/ekologiczne-rozwiazania-w-transporcie (dostęp: 26.09.2018 r.).
18. Phenix M., *Immortus, 'the post apocalyptic' solar sport car*: www.bbc.com/autos/story/20150813-immortus-the-post-apocalyptic-solar-sports-car (dostęp: 26.09.2018 r.).
19. *Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia dla Przyszłości” 2017*.
20. Polasik J., Waluś K. J., *Układy aktywnej regulacji ciśnienia w oponach – przegląd rozwiązań*, „Logistyka” 2015, nr 4.
21. *Powstanie Fundusz Niskoemisyjnego Transportu*: www.magazynbiomasa.pl/powstanie-fundusz-niskoemisyjnego-transportu/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
22. *Rozwiązania transportowe przyjazne środowisku*: www.smart.gov.pl/pl/specjalizacje/kis9 (dostęp: 26.09.2018 r.).
23. *Samochody zasilane słońcem*: www.twojaenergia.pl/samochody-zasilane-slonecem (dostęp: 26.09.2018 r.).
24. *Samochód z... bambusa*: www.motocaina.pl/artykul/samochod-z-bambusa-2749.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
25. Singh N., Kumar S., *Comparative Analysis of Battery with Paper Battery for Renewable Energy Storage*, Proceedings of International Conference on Challenges in Sustainable Development from Energy & Environment Perspective, Rzym 2017, t. 1, nr 1.
26. *Słoneczny Ford C-Max*: www.auto-swiat.pl/zdjecia/sloneczny-ford-c-max/43ktx (dostęp: 26.09.2018 r.).
27. Uchwała nr 8 Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie przyjęcia Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.).
28. www.evventures.com/the-immortus.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
29. www.geekweek.pl/news/2018-08-23/papierowa-bateria-zasilana-przez-bakterie-coraz-blizej/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
30. www.honda.pl/cars/experience-honda/news-events/Micro-Commuter_Hondy_i_Kabuku.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
31. www.innogy.forbes.pl/nauka-i-spoleczenstwo/solarne-samochody-najnowsze-modele-maja-juz-dobre-osiagi/dlmzhpk (dostęp: 26.09.2018 r.).
32. www.klubjagiellonski.pl/2017/06/18/polski-przemysl-motoryzacja-stoi/ (dostęp: 26.09.2018 r.).
33. www.krakow.pl/informacje/203215,27,komunikat,elektryczne-autobusy-pojada-linia_154.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
34. www.media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2014/01/02/let-the-sun-in--ford-c-max-solar-energy-concept-goes-off-the-grid.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
35. www.mpk.krakow.pl/pl/aktualnosc/news,5161,60-nowych-autobusow-dla-mieszkanow-krakowa.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
36. www.nto.pl/samochod-z-drukarki-3d/ga/10784078/zd/20631036 (dostęp: 26.09.2018 r.).
37. www.solarkurier.pl/news/161826/20-elektrycznych-autobusow-solaris-dla-krakowa.html (dostęp: 26.09.2018 r.).
38. www.spiderweb.pl/autoblog/mniej-diesli-to-wiecej-co2/ (dostęp: 26.09.2018 r.).

Ecological Innovations in the Automotive Sector. Part I: Construction Innovations

The automotive sector is one of the fastest growing sectors of economy. The increasing amount of cars both in Polish and world roads results in the immeasurable benefits associated with the goods and human transport. On the other hand, this phenomenon caused the contamination of the environment. During the fuel combustion in petrol or diesel engines, the harmful gases, for example CO₂, NO_x and SO_x are emitted. Apart from the negative impact on the environment, the emission of the aforementioned gases results in the deterioration of human conditions, as well as, the development of civilization diseases. In order to minimize the harmful influence of an automotive industry on the environment, new technologies which can reduce the consumption of fuel or limit the fumes emission are developed. The first part of paper presents new solutions in an automotive sector which influence on the decline of the negative impact of automobiles on the environment. Additionally, proposed solutions affect the development of a car industry, taking into consideration environmental aspects.

Keywords: ecology, automotive sector, fumes emission, environment, transport.

Autorka:

dr inż. **Marta Wójcik**, Katedra Przeróbki Plastycznej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza