

ANALIZA UWARUNKOWAŃ ROZWOJU ELEKTROMOBILNOŚCI W PRZEWOZIE ŁADUNKÓW

DATA PRZESŁANIA: 14.10.2018, DATA AKCEPTACJI: 20.12.2018, KOD JEL: R49

Andrzej Rzczycki, Magdalena Malinowska, Agnieszka Pokorska

Uniwersytet Szczeciński
magdalena.malinowska@wzieu.pl
agnieszka.pokorska@wzieu.pl
andrzej.rzczycki@wzieu.pl

STRESZCZENIE

Rozwój elektromobilności jest tematem szeroko dyskutowanym na arenie międzynarodowej. Na skutek rosnącego niedoboru światowych zasobów ropy naftowej i poszukiwania alternatywnych źródeł energii, potrzeby poprawy jakości powietrza i redukcji emisji gazów cieplarnianych wprowadzenie na rynek samochodów z napędem elektrycznym dotyczy dziś nie tylko transportu osób, ale także dóbr. W artykule dokonano analizy kluczowych uwarunkowań rozwoju elektromobilności w kontekście przewozu ładunków. Przedstawiono podstawowe czynniki wpływające na tempo rozwoju elektromobilności, uwzględniając w rozważaniach podstawy prawne, kontekst społeczno-ekonomiczny oraz technologiczny.

SŁOWA KLUCZOWE

elektromobilność, logistyka, transport

WPROWADZENIE

Światowe trendy w zakresie zrównoważonego rozwoju i związanych z nim działań dotyczących poprawy jakości powietrza i poszukiwania alternatywnych źródeł energii skutkują silnym naciskiem społecznym skierowanym na rozwój elektromobilności, do której zalet zaliczyć należy (Zajkowski, Seroka, 2017, s. 484–485; Iwan, Kijewska, Kijewski, 2014, s. 96):

- możliwość produkcji energii z dowolnego źródła,
- brak emisji zanieczyszczeń gazowych lub stałych do atmosfery oraz czynników chłodzących, co sprzyja środowisku,
- brak emisji hałasu,
- wyższą efektywność energetyczną w porównaniu do tradycyjnych napędów, wysoką sprawność zamiany energii elektrycznej na mechaniczną, wynosząca w niektórych konstrukcjach nawet do 90%,

- możliwość odzyskiwania energii z hamowania i doładowywanie akumulatorów, co może zwiększyć efektywność jazdy nawet od 5 do 20%,
- niskie koszty eksploatacji w zależności od prędkości pojazdu i ceny 1 kWh energii,
- wyeliminowanie ryzyka wybuchu paliwa w razie kolizji.

Osiągnięcie zadawalającego poziomu wykorzystania pojazdów elektrycznych uzależnione jest jednak od wielu czynników, wśród których można wyróżnić następujące aspekty: legislacyjne, techniczno-technologiczne i infrastrukturalne oraz ekonomiczne i socjologiczne. Dotyczą one zarówno rozwoju elektromobilności w przewozach pasażerskich indywidualnych i zbiorowych, jak i w przewozach ładunków. W dalszej części artykułu wskazano na główne uwarunkowania tego rozwoju z naciskiem położonym na transport ładunków. Celem artykułu jest zaprezentowanie zmian legislacyjnych, dobrych praktyk, uwarunkowań technologicznych i rozwiązań organizacyjnych, które mają istotny wpływ na dynamikę rozwoju elektromobilności i z jednej strony otwierają nowe możliwości w przewozie ładunków, a z drugiej są źródłem wielu nowych wyzwań, przed którymi stają zarówno organy państwa, jak i firmy transportowe.

ASPEKTY PRAWNO-POLITYCZNE W ROZWOJU ELEKTROMOBILNOŚCI

Rozwój elektromobilności wymaga dostosowania wielu obowiązujących przepisów, m.in. w zakresie rynku paliw i energii, tworzenia systemu punktów ładowania, funkcjonowania sieci przesyłowych, współpracy między różnymi interesariuszami elektromobilności czy też samej strategii jej wdrażania. Przegląd obowiązujących przepisów, wydanych zarówno w Unii Europejskiej, jak i w Polsce, zawierających wymagania stawiane przed dojrzewającym rynkiem elektromobilności, zawarto w tabeli 1.

Tabela 1. Przegląd przepisów dotyczących elektromobilności w Europie i w Polsce

Dokumenty unijne dotyczące elektromobilności	Kontekst rozważań
Dyrektywa 2014/94	krajowe ramy polityki w zakresie rozwoju rynku w odniesieniu do paliw alternatywnych w sektorze transportu i rozwoju właściwej infrastruktury
	minimalna liczba punktów ładowania dla pojazdów elektrycznych do 2020 roku i wymogi dotyczące takich punktów
	punkty tankowania wodoru dla samochodów
	punkty tankowania LNG dla statków i samochodów ciężarowych
	punkty tankowania CNG dla samochodów
	informacje dla użytkowników dotyczące paliw alternatywnych
	transpozycja do listopada 2016 r.
Dyrektywa 2009/28 (OZE)	wymóg 10-procentowego udziału energii z OZE (odnawialnych źródeł energii) w końcowym zużyciu energii we wszystkich rodzajach transportu do 2020 r.
Pakiet zimowy	zasadnicza rola OSD (<i>on-screen display</i>) w integracji rozwiązań e-mobility z siecią elektroenergetyczną

Dokumenty polskie dotyczące elektromobilności	Kontekst rozważań
Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju	zrównoważony rozwój całego kraju w wymiarze gospodarczym, społecznym, środowiskowym, terytorialnym
	korzystne efekty rozwoju dostępne dla wszystkich obywateli
	zwiększenie roli krajowej wiedzy i technologii
	poszukiwanie nowych rozwiązań rozwojowych
	projekty strategiczne i flagowe jako główne instrumenty
Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce	podstawy rozwoju nowego i konkurencyjnego rynku produktów związanych z innowacyjną gałęzią gospodarki: stworzenie warunków dla rozwoju elektromobilności, rozwój przemysłu związanego z nowym sektorem, stabilizacja sieci elektroenergetycznej
	wzajemne relacje między przemysłem, ośrodkami nauki, instytucjami finansowymi
	wraz z krajowymi ramami polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych stanowił punkt wyjścia do prac nad projektem ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych
Innowacje dla Energetyki. Kierunki Rozwoju Innowacji Energetycznych	zmiany o cechach przełomowych
	spójny impuls dla innowacji
	cele rozwoju innowacji
	narzędzia rozwoju innowacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie Długookresowa Strategia... (2013); Dyrektywa (2009); Dyrektywa (2014); Strategia rozwoju kraju (2012); Strategia rozwoju transportu (2013); Plan Rozwoju Elektromobilności (2017).

Fundamentalnym dokumentem, stworzonym przez Ministerstwo Energii we współpracy z Ministerstwem Rozwoju, w którym określono strategię rozwoju elektromobilności w Polsce, jest Plan Rozwoju Elektromobilności, zawierający podstawowe kierunki działania w zakresie wsparcia transportu elektrycznego do roku 2025. Główne cele tego dokumentu dotyczą: stworzenia warunków dla rozwoju elektromobilności w Polsce, integracji pojazdów elektrycznych z siecią elektroenergetyczną oraz rozwoju przemysłu związanego z elektromobilnością (Plan Rozwoju Elektromobilności, 2017). Zgodnie z wytycznymi, ideę rozwoju elektromobilności, zarówno w przewozie pasażerskim, jak i ładunków, powinny uwzględniać i realizować w swoich strategiach działania samorządy, m.in. poprzez odpowiednią politykę użytkowania gruntów i stosowanie przepisów dotyczących zmian zagospodarowania przestrzennego, by umożliwić rozbudowę sieci energetycznej, wesprzeć budowę infrastruktury ładowania, parkowania pojazdów i tworzenie punktów ładowania. Dodatkowo, wspierając budowę stacji ładowania, można wykorzystać przepisy budowlane i zezwalać na instalację punktów ładowania w istniejących już budynkach, zachęcać do ich instalacji lub wymagać ich montażu w nowych budynkach. Samorządy mogą tworzyć strefy nisko- lub zeroemisyjne, aby kontrolować rodzaje pojazdów, które mogą do nich wjeżdżać (np. centra miast), a także wspierać siebie nawzajem, wyrażając wspólne poparcie dla polityki krajowej dotyczącej przepisów antysmogowych lub wsparcia finansowego dla programów promujących pojazdy elektryczne. Takie rozwiązania funkcjonują między innymi we Francji, Wielkiej Brytanii, Norwegii, Słowacji, Słowenii, Chorwacji i Rumunii (Fishbone, Shahan, Badik, 2017, s. 13–18). Skutki zmian legislacyjnych mają z jednej strony zobligować, a z drugiej zachęcić przewoźników do inwestowa-

nia i wymiany taboru, co w przypadku obszarów miejskich, zmagających się z problemami smogu i hałasu, jest nieodzownym elementem poprawy warunków życia.

GOTOWOŚĆ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA W PRZEWOZIE ŁADUNKÓW POJAZDAMI ELEKTRYCZNYMI

Rozwój elektromobilności w przewozie ładunków stawia przed państwami liczne wyzwania odnoszące się do dostarczenia zaawansowanych technologicznie pojazdów, zapewnienia odpowiedniej liczby stacji ładujących czy też zabezpieczenia odpowiedniego poziomu energii podczas ładowania. Istotnym elementem staje się kwestia zintegrowania informacji, dotyczących m.in. poruszania się pojazdów i lokalizacji sieci stacji ładujących, w dedykowanym do tego celu systemie informatycznym. W związku z faktem, że rozwój rynku sprzedaży samochodów ciężarowych i dostawczych w Europie, Chinach, Japonii i USA stale rośnie (do roku 2030 prognozuje się osiągnięcie nawet 15-procentowego udziału sprzedaży samochodów ciężarowych z napędem elektrycznym w globalnej sprzedaży pojazdów tego typu), coraz więcej przedsiębiorstw proponuje w swojej ofercie rozwiązania tego typu (tab. 2). Są to zarówno firmy o ugruntowanej pozycji na rynku, jak i start-upy.

Jak wskazują dane z tabeli 2, w ciągu najbliższych dwóch lat dostępnych będzie wiele nowych modeli pojazdów ciężarowych i aut dostawczych. Nieprzerwanie trwają prace nad udoskonalaniem pojazdów w zakresie m.in. zapewnienia możliwości załadunku o odpowiednim tonażu, czasu ładowania baterii, wytrzymałości baterii, ergonomii użytkownika. Duża dynamika wzrostu wachlarza dostępnych pojazdów z napędem elektrycznym ma odzwierciedlenie w planach przewoźników na świecie. Potencjał w rozwoju elektromobilności dostrzegają przede wszystkim firmy kurierskie. Według deklaracji UPS z 2017 roku, firma planuje do roku 2040 doprowadzić do stanu, kiedy 40% całej floty będzie korzystało z aut z napędem alternatywnym lub „zaawansowanym technologicznie” (Derski, 2018). Z kolei Dachser w swoim oświadczeniu z 2018 roku wskazał, że już wkrótce zostaną rozpoczęte testy elektrycznego ciężkiego pojazdu eActros, wyprodukowanego przez Mercedes-Benz. Pojazd ten, dzięki zastosowaniu 11 pakietów akumulatorów, ma umożliwić przejechanie 200 km. O krok dalej działania podejmuje firma DHL, która zdecydowała się sama zaprojektować i zbudować samochód elektryczny. Nabywając uniwersytecki start-up zwany Scooter, firmie udało się osiągnąć założony cel, zaś do roku 2023 zamierza dysponować 35 tys. pojazdów (Reid, 2018).

Zmiana polityki rozwoju taboru samochodowego w firmach jest nieodzownym działaniem w związku z zaostrzaniem się przepisów poruszania się spalinowych ciężarówek oraz samochodów dostawczych w miastach. Jako przykład można podać holenderski Utrecht, miasto liczące 300 tys. mieszkańców. Zgodnie z zaproponowanymi zmianami już od roku 2018 nastąpi ograniczenie wjazdu ciężarówek i samochodów dostawczych do miasta (określone zostaną okna czasowe umożliwiające transport towarów), zaś od roku 2025 wszystkie zadania transportowe w centrum miasta wykonają ciężarówki oraz samochody dostawcze elektryczne, a wjazd samochodów z silnikiem Diesla, benzynowych czy też pojazdów na gaz będzie zakazany (40ton.net, 2017).

Tabela 2. Charakterystyka wybranych samochodów ciężarowych i ich perspektywa sprzedaży na rynku

Producent	Charakterystyka pojazdu	Perspektywy dystrybucji aut ciężarowych o napędzie elektrycznym
Daimler/ Mercedes- -Benz	eActros – dostępny w dwóch wariantach, o masie całkowitej 18 lub 25 t, w wersji dwu- oraz trzyosiowej. Wyposażony w dwa asynchroniczne, chłodzone cieczą silniki elektryczne umieszczone przy kołach tylnej osi o mocy 170 KM (125 kW) oraz maksymalnym momentem obrotowym 485 Nm. Jego litowo-jonowe akumulatory, podzielone na 11 pakietów i chronione osłoną ze stali o pojemności 240 kWh, pozwalają na przebycie 200 km na jednym ładowaniu. Czas ładowania ciężarowego EV z mocą od 20 do 80 kW wynosi od trzech do jedenastu godzin	Producent w roku 2018 zapowiedział oddanie auta do testowania dla swoich klientów z różnych sektorów gospodarki w Niemczech i Szwajcarii. Przedsiębiorstwa objęte programem na terenie Niemiec to: Dachser, Edeka, Hermes, Kraftverkehr Nagel, Ludwig Meyer, Pfenning Logistics, TBS Rhein-Neckar and Riggerink in Germany, zaś w Szwajcarii – Camion Transport and Migros in Switzerland. Testowanie będzie miało miejsce w dwóch 12-miesięcznych seriach. Testy zakończą się w 2020 roku. Według planów produkcja seryjna modelu rozpocznie się nie wcześniej niż w 2021 roku
Volvo Trucks	<p>FL Electric – napędzany elektrycznie samochód ciężarowy przeznaczony do transportu miejskiego, w branży dystrybucyjnej lub komunalnej. Auto ma maksymalną dopuszczalną masę całkowitą 16 t i zostało wyposażone w silnik elektryczny o mocy maksymalnej 252 KM (185 kW) i maksymalnym momencie obrotowym 425 Nm. Za przechowywanie energii odpowiadać będą baterie litowo-jonowe o pojemności od 100 do 300 kWh. Zasięg maksymalny pojazdu szacuje się na 300 km dla auta wyposażonego w pakiet akumulatorów o największej pojemności. Czas ładowania pojazdu z bateriami 300 kWh zajmie ok. 10 h ładowarkami AC oraz 1–2 h ładowarkami DC</p> <p>FE Electric – drugi z zaprezentowanych w 2018 roku przez Volvo Trucks modeli elektrycznej ciężarówki, o maksymalnej masie wynoszącej 27 t. Pojazd przeznaczony jest do obsługi różnych zadań transportowych w zależności od przyjętej konfiguracji i wariantu. Jest wyposażony w dwa silniki elektryczne o mocy 185 kW (łącznie 370 kW [503 KM]) i momencie obrotowym 850 Nm. Wyposażony jest w akumulatory litowo-jonowe o pojemności od 200 do 300 kWh (optymalizowane po kątem konkretnych potrzeb), umożliwiające pokonanie trasy o długości 200 km. Ładowanie samochodu w przypadku stacji szybkiego ładowania (DC) wynosi 1,5–2 h, zaś za pośrednictwem gniazd sieciowych (AC) ok. 10 h</p>	Rozpoczęcie sprzedaży pojazdów w różnych konfiguracjach w Europie rozpocznie się w 2019 roku

Producent	Charakterystyka pojazdu	Perspektywy dystrybucji aut ciężarowych o napędzie elektrycznym
Renault Trucks	<p>D Z.E. – pojazd elektrycznych o masie całkowitej 16 t, dostępny w dwóch wariantach różniących się rozstawem osi (4400 i 5300 mm). Dysponuje mocą 252 KM (185 kW), zaś jego moment obrotowy wynosi 425 Nm. Auto zostało wyposażone w baterie o pojemności 200 lub 300 kWh, umożliwia przejechanie trasy wynoszącej 300 km. Ładowanie samochodu w przypadku stacji szybkiego ładowania (DC) wynosi 1–2 h, zaś przy wykorzystaniu prądu przemiennego, dla akumulatorów o pojemności 300 kWh zajmuje 12 h</p> <p>D Wide Z.E. – pojazd dysponujący dopuszczalną masą całkowitą na poziomie 26 t. Został wyposażony w dwa silniki elektryczne o łącznej mocy 503 KM (370 kW) i momencie obrotowym 850 Nm. Za magazynowanie energii odpowiadają baterie o pojemności 200 kWh, natomiast realny zasięg pojazdu wynosi 200 km. Ładowanie samochodu w przypadku stacji szybkiego ładowania (DC) wynosi 1–2 h, zaś przy wykorzystaniu prądu przemiennego ok. 12 h</p>	Pojazdy będą produkowane w normandzkiej miejscowości Blainville-sur-Orne i dostępne na rynku w 2019 roku
DAF – CF Electric	CF Electric – samochód elektryczny o masie własnej 9,7 t, przeznaczony do dostaw głównie w obrębie miast. Dopuszczalna masa całkowita pojazdu wynosi ok. 40 t. Jest wyposażony w silnik elektryczny o mocy 286 KM (210 kW) i momencie obrotowym na poziomie 2000 Nm. Posiada baterie litowo-jonowe o pojemności 170 kWh, których ładowanie zajmuje ok. 1,5 h w stacjach szybkoładujących. Zasięg CF Electric wynosi 100 km	Pierwsza seria pojazdów jest planowana na 2018 rok
Tesla Motors	Semi – pojazd wyposażony w cztery silniki elektryczne umieszczone na tylnych osiach, dzięki którym, w zależności od wersji, istnieje możliwość pokonania od 480 km (300 mil) do 800 km (500 mil) na jednym ładowaniu. Tak długa trasa jest możliwa do przebycia dzięki niskiemu zużyciu energii (nieprzekraczającemu 2 kWh) oraz niskiemu współczynnikowi oporu powietrza. Ładowanie pojazdu zajmuje 30 min przy wykorzystaniu dedykowanych megaładowarek. Przyspieszenie auta bez załadunku do 96,5 km/h zajmuje 5 sekund, zaś z pełnym załadunkiem (ok. 36 tys. kg) 20 sekund	Samochód ma zostać wprowadzony na rynek w 2019 roku. Pojazd można już zamawiać na wybranych rynkach w Europie – Holandii, Norwegii i Wielkiej Brytanii. Wśród klientów składających zamówienie na pojazd znajdują się takie firmy, jak UPS (125 sztuk), PepsiCo (100 sztuk), koncern Anheuser-Busch (40 sztuk), Asko (10 sztuk). Wymagany depozyt na auto to 20 tys. dol.
Ursus	Ursus Elvi – samochód elektryczny wyprodukowany w Polsce o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t. Pojazd osiąga maksymalną prędkość 100 km/h i daje możliwość przejechania 150 km. Dzięki swojej budowie tył pojazdu może być zmieniony w platformę, chłodnię, wywrotkę, skrzynię lub kontener. Auto wyposażone jest w system ładowania CCS Combo 2, dzięki czemu zapewniona jest możliwość szybkiego ładowania baterii. Dzięki innowacyjnym bateriom litowo-jonowym ładowanie 90% energii potrwa zaledwie 15 min	Produkcja seryjna samochodu ma ruszyć w drugim kwartale 2018 roku

Producent	Charakterystyka pojazdu	Perspektywy dystrybucji aut ciężarowych o napędzie elektrycznym
Daimler/ Freightliner	Freightliner eM2 106 to pojazd elektryczny o dopuszczalnej masie całkowitej wynoszącej ok. 12 t. Jest w stanie pokonać ok. 370 km na jednym ładowaniu. Dysponuje mocą maksymalną ok. 350 kW (480 KM). Został wyposażony w akumulatory litowo-jonowe, których naładowanie do ok. 80% ma trwać 60 min i wystarczyć na kolejne 300 km	Jeszcze w roku 2018 dostawca chce się dostarczyć do klientów z USA pierwsze 30 egzemplarzy, a w roku 2021 produkcja będzie już w pełni seryjna.
Cummins	AEOS – prototypowy samochód elektryczny wyposażony w zestaw baterii o pojemności 140 kWh, pozwalający na pokonanie trasy 160 km na jednym ładowaniu. Istnieje możliwość zastosowania dodatkowych akumulatorów pozwalających na przejechanie 480 km. Bazowy pakiet akumulatorów litowo-jonowych można naładować w ciągu 1 h, choć podejmowane są działania, by zmniejszyć ten czas do 20 min już w roku 2020. By zwiększyć pokonywany zasięg, auto jest dodatkowo wyposażone w układ odzyskiwania energii hamowania – układ do rekuperacji (tzw. hamulce regeneracyjne) – oraz opony o niskim oporze toczenia. Dodatkowo naczepę można wyposażyć w panele. Cummins AEOS potrafi przewieźć do 20 t ładunku	Sprzedż samochodów planowana jest od 2019 roku
Thor Trucks	Thor Trucks ET-One – pojazd z napędem elektrycznym wyposażony w silniki o mocy do 300 do 700 KM i maksymalnym momencie obrotowym na poziomie 6400 Nm. Choć producent zakłada, że na jednym ładowaniu będzie on w stanie pokonać do 300 mil (480 km), jednak jego bazowa wersja pozwala przejechać znacznie mniejszy dystans – 100 mil (160 km). Czas ładowania akumulatorów określono na 90 min	Rozpoczęcie produkcji ma nastąpić w 2019 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie Adamowicz (2018); Barycki (2018); Mazur (2018), s. 62; Bołtryk (2018); Brach (2018); DAF (2018); Daimler (2018); Ursus wyprodukował... (2018); Wiśniewski (2018), s. 51; [ALL] (2017); Muller (2018); *Ekotransport...* (2018); *DAF zaprezentował...* (2018); Renault Trucks (2018); Samochodyelektryczne.org (2018a, 2018b, 2018c); Tesla (2018); Truck.pl (2018); Ursus (2018a, 2018b); Volvo Groups (2018a, 2018b); Zarajczyk, Małek, Koško (2018), s. 311.

W odpowiedzi na silne trendy sprzedaży samochodów elektrycznych niezwykle istotne staje się zapewnienie możliwości ładowania pojazdów. Obok rozwoju sieci stacji ładujących pojawiają się innowacyjne projekty w tym zakresie. Jednym z nich jest budowa „elektrycznej autostrady” w miejscowości Gävle w Szwecji. Inicjatywa rządu szwedzkiego, władz regionu Gavleborg oraz firm Scania i Siemens przyczyniła się do zelektryfikowania 2-kilometrowego odcinka autostrady E-16. Nad jezdnią, na wysokości 5,4 m zostały zamontowane specjalne przewody, które zasilają prądem pojazdy (samochody marki Scania) wyposażone w specjalny układ zasilania opracowany przez firmę Siemens, a służący do podłączenia z linią zasilającą (Józefiak, 2016; *Duże ciężarówki...*, 2016).

Analizując liczebność stacji ładujących, można zauważyć, że z roku na rok wzrasta liczba punktów ładowania, choć rozwój ten nie jest równomierny we wszystkich krajach (www.eafo.eu/fuel-map). Według danych z 2018 roku 76% stacji ładujących umiejscowionych jest w czterech krajach – Holandii, Niemczech, Francji oraz Wielkiej Brytanii (ACEA, 2018; www.eafo.eu/fuel-map). W Polsce w roku 2018 liczbę stacji oszacowano na 592 obiekty, jednakże prognozy Ministerstwa Energii w zakresie rozwoju infrastruktury do ładowania przewidują, że do roku 2020 powstanie

6 tys. punktów o normalnej mocy ładowania (poniżej 22 kW) oraz 400 punktów o dużej mocy ładowania (powyżej 22 kW) w wybranych 32 aglomeracjach (Wierzbowska-Kujda, 2018).

Wzrost ilości użytkowanych samochodów elektrycznych wymusza dokonanie odpowiednich analiz i dostosowanie istniejącej infrastruktury energetycznej. Do tych rozważań można zaliczyć badania: wpływu ładowania samochodów na pracę sieci elektroenergetycznej, potrzeb rozwojowych infrastruktury sieciowej (w kierunku zwiększenia elastyczności pracy w reakcji na większą zmienność obciążeń) czy realnej możliwości wykorzystania baterii samochodów elektrycznych do świadczenia usług magazynowania oraz zarządzania popytem. W związku z tym należy ocenić potencjał i zdolność adaptacyjną sieci. Wyniki dotychczasowych analiz dotyczących wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną wykazały, że rozwój elektromobilności może być nie tyle wyzwaniem dla samego zapewnienia podaży energii, lecz dla zapewnienia jej w odpowiednim momencie, co przenosi punkt ciężkości z kwestii wystarczalności mocy wytwórczych na kwestie zarządzania siecią i rozwoju tzw. technologii *smart grid* oraz magazynowania energii w systemie (Krupa, Kamiński, 2017, s. 10).

Konsekwencją rozwoju infrastruktury na rzecz elektromobilności są również rosnące potrzeby informacyjne i to zarówno od strony dystrybutorów, jak i konsumentów. Dotyczą one wyszukiwania stacji ładujących, sprawdzania dostępności punktu, rezerwowania stacji w określonym czasie, ale też dokonywania rozliczeń, monitorowania poziomu wykorzystania stacji, ustalania odpowiedniej ceny dla punktu ładowania. Kolejnym wyzwaniem staje się więc stworzenie i standaryzacja tego typu sieciowych systemów informacyjnych.

UWARUNKOWANIA SOCJOEKONOMICZNE W ROZWOJU ELEKTROMOBILNOŚCI W PRZEWOZIE ŁADUNKÓW

Centralnym punktem rozważań kwestii elektromobilności z ekonomicznego punktu widzenia są wysokie koszty zakupu i eksploatacji zarówno samych pojazdów, jak i infrastruktury zasilającej je w energię. W przypadku samochodów ciężarowych i dostawczych najczęściej wskazywaną barierą wymiany floty konwencjonalnej na elektryczną nadal jest koszt zakupu pojazdów oraz okresowe koszty wymiany baterii, które znacznie przekraczają koszty zakupu floty tradycyjnej. Niższe koszty bieżącej eksploatacji nie rekompensują tych wydatków, dlatego tak ważne jest wsparcie publiczne oraz odpowiednio kształtowane prawodawstwo w tym zakresie. W przypadku firm dostawczych nakładem inwestycyjnym jest również koszt zakupu stacji ładowania pojazdów, odpowiadających potrzebom użytkowym floty. Postęp tej technologii w ostatnich latach pozwala jednak przypuszczać, że potencjał baterii oraz całych napędów elektrycznych nie został jeszcze w pełni wykorzystany i wciąż się rozwija (Iwan i in., 2014, s. 98–99).

Dotychczasowe badania dotyczące kosztów całkowitych wykorzystania samochodów elektrycznych w logistyce wykazały, że opłacalne jest ich wykorzystanie w przypadku mniejszych ładunków (do 1000 kg), zaś w przypadku większych ładowności sytuacja odwraca się na korzyść dotychczasowych rozwiązań (Macharis, Lebeau, Van Mierlo, Lebeau, 2013, s. 948–949). Ze względu na tak małą ładowność, najszybciej eksplorowanym obszarem tego typu pojazdów wydają się więc miejskie centra dystrybucyjne oraz firmy pocztowe i kurierskie. Przykładem takiego rozwiązania jest działanie Deutsche Post DHL Group, która po poszukiwaniu oferty wśród klasycznych produ-

centów zdecydowała się zakupić start-up StreetScooter i podjąć własną produkcję elektrycznego pojazdu klasy Van – StreetScooter Work. W Polsce także podjęto produkcję tej klasy pojazdów, zadedykowaną Poczcie Polskiej. Dostawca rozwiązania, firma Ursus, przygotowała pojazdy o ładowności 600 kg, o zasięgu 140 km. Rozwiązania z użyciem większych ładowności w najbliższych latach będą wymagały nadal działań wspartych środkami publicznymi (Zespół Doradców Gospodarczych TOR, 2017).

Analicyści oczekują, że zrównanie cen rynkowych (*market parity*) samochodów spalinowych i elektrycznych może nastąpić do roku 2025 (Szymalski, 2017). Należy jednak pamiętać, że kluczowym wskaźnikiem rynkowego sukcesu samochodów elektrycznych jest całkowity koszt użytkowania pojazdu, w związku z tym pełna analiza powinna obejmować również kwestie dotyczące kosztów wymiany baterii, zakupu paliwa i serwisowania pojazdów. Warto ponadto zauważyć, że efektywność ekonomiczna wykorzystania pojazdów elektrycznych wzrasta wraz ze wzrostem intensywności ich eksploatacji. Powoduje to, że pojazdy elektryczne mogą być atrakcyjną ofertą dla przedsiębiorstw posiadających floty pojazdów służbowych.

Istotną rolę w rozwoju elektromobilności (także w przewozie ładunków) mają również czynniki socjologiczne, które kwestie elektromobilności rozpatrują przez pryzmat człowieka i jego komfortu w użytkowaniu samochodów elektrycznych oraz przebywania w środowisku aut elektrycznych. Szczęólnego znaczenia nabierają wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz entuzjazm technologiczny, które mobilizują firmy do wdrażania strategii CSR (*Corporate Social Responsibility*). Obecnie klienci coraz mocniej utożsamiają się z przedsiębiorstwami wspierającymi określone inicjatywy, a do takich należy również wykorzystywanie pojazdów elektrycznych.

Obok kwestii ekologicznych istotnym elementem warunkującym rozwój elektromobilności są również względy bezpieczeństwa. Wielu uczestników ruchu drogowego nie słyszy zbliżających się pojazdów elektrycznych, co budzi obawę przed ich stosowaniem. Co więcej, istnieje ryzyko samozapłonu baterii (Iwan i in., 2014, s. 97). Brak hałasu, będący często podkreślaną zaletą, staje się więc problemem, szczególnie gdy uwzględnia się zastosowanie pojazdów autonomicznych.

W związku z powyższym, jak od lat pokazują doświadczenia państw rozwijających elektromobilność, najlepszym sposobem zmiany świadomości w tym obszarze jest edukacja oraz uruchomienie projektów pilotażowych, które udowodnią, że transport zelektryfikowany może funkcjonować sprawniej niż tradycyjny, z dodatkową korzyścią dla zdrowia mieszkańców.

PODSUMOWANIE

Rozwój idei elektromobilności jest współcześnie silnie wspieranym kierunkiem zarówno na poziomie zmian w przepisach, jak i rozwoju technologii, które zmieniają obraz rynku motoryzacyjnego już w ciągu najbliższego dziesięciolecia.

Stan zaawansowania elektromobilności jest zróżnicowany w różnych krajach, jednak na całym świecie podejmowane są działania, które obligować będą kierowców do wyboru samochodu z napędem elektrycznym. Zmiany te widoczne są nie tylko w obszarze samochodów osobowych, ale także ciężarowych i dostawczych. Czołowe koncerny podejmują się produkcji samochodów z napędem elektrycznym o zróżnicowanych możliwościach załadunku, przy jednoczesnym zapewnieniu jak najdłuższego czasu przejazdu oraz zdolności do szybkiego ładowania pojazdu. Na świecie

tworzone są dyrektywy i plany infrastruktury zdolnej sprostać potrzebom elektromobilności. Popularne stają się programy zachęty do zakupu aut z napędem elektrycznym. Rośnie też świadomość społeczeństwa dotycząca znajomości zasad działania, dostępnych modeli czy też oddziaływania na środowisko samochodów elektrycznych.

LITERATURA

- 40ton.net (2017). *Zakaz wjazdu dla spalinowych ciężarówek i dostawczaków – Utrecht wybił się na polu ekologii*. Pobrano z: <https://40ton.net/calkowity-zakaz-wjazdu-dla-spalinowych-ciezarowek-dostawczakow-utrecht-wybil-sie-polu-ekologii/> (24.09.2018).
- [ALL] (2017). *Elektryczna ciężarówka? Cummins AEOS wcześniej niż Tesla Semi*. Pobrano z: <http://elektrowoz.pl/transport/elektryczna-ciezarowka-cummins-aeos-wczesniej-niz-tesla-semi/> (24.09.2018).
- ACEA (2018). *Interactive Map: Correlation between Electric Car Sales and the Availability of Charging Points*. Pobrano z: <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-correlation-between-electric-car-sales-and-the-availability> (24.09.2018).
- Adamowicz, M. (2018). *Tesla Semi jeszcze nie zaczęła jeździć, a już ma konkurencję: Daimler wypuszcza elektryczną ciężarówkę*. Pobrano z: <https://antyweb.pl/elektryczna-ciezarowka-daimler-freightliner-ecascadia/> (24.09.2018).
- Barycki, P. (2018). *Nadjeżdża bestia – oto Tesla Semi, pierwsza ciężarówka firmy Elona Muska*. Pobrano z: <https://www.spidersweb.pl/2017/11/tesla-semi.html> (24.09.2018).
- Bołtryk, M. (2018). *Wysyp elektrycznych ciężarówek*. Pobrano z: <https://www.pb.pl/wysyp-elektrycznych-ciezarowek-907974> (24.09.2018).
- Brach, J. (2018). *Aeos – elektryczna ciężarówka Cumminsa*. Pobrano z: <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Aeos-elektryczna-ciezarowka-Cumminsa,32855,1> (24.09.2018).
- Dachser (2018). *Dachser przetestuje elektryczną ciężarówkę eActros*. Pobrano z: https://www.dachser.com/pl/pl/DACHSER-testing-the-electric-truck-eActros_1398.htm (24.09.2018).
- DAF (2018). *DAF Partners with VDL Groep for Fully Electric CF Truck*. Pobrano z: <https://www.daf.com/news-and-media/news-articles/global/2018/q2/16-05-2018-daf-partners-with-vdl-groep-for-fully-electric-cf-truck> (24.09.2018).
- DAF zaprezentował elektryczny samochód ciężarowy (2018). Obserwatorium rynku paliw alternatywnych. Pobrano z: <http://www.orpa.pl/daf-zaprezentowal-elektryczny-samochod-ciezarowcy/> (24.09.2018).
- Daimler (2018). *eActros Goes into Customer Operation*. Pobrano z: <https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/eactros.html> (24.09.2018).
- Derski, B. (2018). *Kurierzy inwestują w elektryczne ciężarówki*. Pobrano z: <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Kurierzy-inwestuja-w-elektryczne-ciezarowki-4102907.html> (24.09.2018).
- Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności* (2013). Warszawa: Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji.
- Duże ciężarówki na prąd? Już jeżdżą modele testowe* (2016). Forbes.pl. Pobrano z: <https://innogy.forbes.pl/inteligentne-miasto/duze-ciezarowki-na-prad-juz-jezdza-testowe-modele/5rebflz> (24.09.2018).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.
- Eafo.eu (2018). *Electric Vehicle Charging Infrastructure*. Pobrano z: <http://www.eafo.eu/electric-vehicle-charging-infrastructure> (24.09.2018).
- Ekotransport i... elektromobilne ciężarówki. Nowe technologie w logistyce* (2018). Niezależna.pl. Pobrano z: <http://niezalezna.pl/219470-ekotransport-i-elektromobilne-ciezarowki-nowe-technologie-w-logistyce> (24.09.2018).
- Fishbone, A., Shahan, Z., Badik, P. (2017). *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Wytyczne dla miast. Raport Greenway*. Warszawa.
- Iwan, S., Kijewska, K., Kijewski, D. (2014). Possibilities of Applying Electrically Powered Vehicles in Urban Freight Transport. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 151, 87–101. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.10.010.
- Józefiak, B. (2016). *Elektryczne ciężarówki? Nie w Polsce*. Pobrano z: <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/elektryczne-ciezarowki-nie-w-polsce-55213.html> (24.09.2018).

- Krupa, K., Kamiński, J. (2017). Analiza wpływu rozwoju elektromobilności na zużycie energii elektrycznej w Polsce. *Rynek Energii*, 12, 8–13.
- Macharis, C., Lebeau, P., Van Mierlo, J., Lebeau, K. (2013). Electric Versus Conventional Vehicles for Logistics: A Total Cost of Ownership. *World Electric Vehicle Journal*, 6, 945–954. DOI: 10.3390/wevj6040945.
- Mazur, M. (2018). Niskoemisyjne zmiany w transporcie towarów. *Biomasa*, 3 (43), 60–63.
- Muller, J. (2017). *Cummins Beats Tesla To The Punch, Unveiling Heavy Duty Electric Truck*. Pobrano z: <https://www.forbes.com/sites/joanmuller/2017/08/29/take-that-tesla-diesel-engine-giant-cummins-unveils-heavy-duty-truck-powered-by-electricity/#318cc29278f1> (24.09.2018).
- Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce (2017). Warszawa: Ministerstwo Energii.
- Reid, G. (2018). *Why We Will Electrify Trucking Faster than You Think (And It Has Nothing to Do with Tesla)*. Pobrano z: <http://energypost.eu/why-we-will-electrify-trucking-faster-than-you-think-and-it-has-nothing-to-do-with-tesla/> (24.09.2018).
- Renault Trucks (2018). *Renault Trucks Unveils Its Second Generation of Electric Trucks: A Complete Z.E. Range from 3.1 to 26T*. Pobrano z: <https://corporate.renault-trucks.com/en/press-releases/2018-06-26-renault-trucks-unveils-its-second-generation-of-electric-trucks.html> (24.09.2018).
- Samochodyelektryczne.org (2018a). *DAF CF Electric*. Pobrano z: http://samochodyelektryczne.org/daf_cf_electric.htm (24.09.2018).
- Samochodyelektryczne.org (2018b). *Volvo FL Electric*. Pobrano z: http://samochodyelektryczne.org/volvo_fl_electric.htm (24.09.2018).
- Samochodyelektryczne.org (2018c). *Freightliner eM2*. Pobrano z: http://samochodyelektryczne.org/freightliner_em2.htm (24.09.2018).
- Strategia rozwoju kraju 2020 (2012). Warszawa: Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.
- Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku) (2013). Warszawa: Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej.
- Szymalski, W. (2017). *Elektromobilność – druga fala elektryfikacji transportu*. Opracowanie dla Koalicji Klimatycznej. Pobrano z: http://www.chronmyklimat.pl/content/files/2017/Elektromobilnosc_druga_fala_elektryfikacji_transportu.pdf (24.09.2018).
- Tesla (2018). *Tesla Semi*. Pobrano z: <https://www.tesla.com/semi> (24.09.2018).
- Truck.pl (2018). *Wysyp elektrycznych ciężarówek*. Pobrano z: <https://www.truck.pl/pl/article/1211/wysyp-elektrycznych-ci%C4%99%C5%BCar%C3%B3wek-rok-2018-prze%C5%82omowy-dla-rozwoju-ekotransportu%2C1> (24.09.2018).
- Ursus (2018a). *Ursus ELVI*. Pobrano z: <https://www.ursus.com/en/product/elektryczny-uzytkowy-pojazd-ursus#tech-data> (24.09.2018).
- Ursus (2018b). *ELVI Electric Vehicle*. Pobrano z: <http://www.elvi.pl/> (24.09.2018).
- Ursus wyprodukował małą ciężarówkę elektryczną. Premiera za tydzień (2018). *Dziennik Wschodni*. Pobrano z: <https://www.dziennikwschodni.pl/lublin/ursus-wyprodukowal-mala-ciezarowke-elektryczna-premiera-za-tydzien,n,1000186424.html> (24.09.2018).
- Volvo Groups (2018a). *Premiere for Volvo Trucks' First All-Electric Truck*. Pobrano z: <https://www.volvogroup.com/en-en/news/2018/apr/news-2879838.html> (24.09.2018).
- Volvo Groups (2018b). *Volvo Trucks Presents Second Electric Truck Model in Three Weeks*. Pobrano z: <https://www.volvogroup.com/en-en/news/2018/may/news-2912374.html> (24.09.2018).
- Wierzbowska-Kujda, M. (2018). *Sieć ładowania w Polsce coraz gęstsza*. Pobrano z: <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosc/stacje-ladowania-czyli-infrastruktura-w-polsce-4514.html> (24.09.2018).
- Wiśniewski, J. (2018). Do Europy wjeżdżają elektryczne ciężarówki. *Transport i Spedycja*, 4, 50–53.
- Zajkowski, K., Seroka, K. (2017). Przegląd możliwych sposobów ładowania akumulatorów w pojazdach z napędem elektrycznym. *Autobusy*, 7–8, 483–486.
- Zarajczyk, K., Małek, A., Kośko, M. (2018). Założenia konstrukcyjne i funkcjonalne pojazdu użytkowego Ursus ELVI z napędem elektrycznym. *Autobusy*, 6, 309–313.
- Zespół Doradców Gospodarczych TOR (2017). *Elektromobilność w Polsce, perspektywy rozwoju, szanse i zagrożenia*. Pobrano z: <http://www.psem.pl/pdf/elektromobilnosc/04.pdf> (24.09.2018).

ANALYSIS OF TRENDS AND CHALLENGES IN THE DEVELOPMENT OF ELECTROMOBILITY IN THE CARGO TRANSPORT

ABSTRACT

The development of electromobility is a topic widely discussed in the international arena. As a result of the increasing deficiency of global oil resources and the search for alternative sources of energy, increasing the need to improve air quality and reduce greenhouse gas emissions the implementation of electric vehicles today concerns not only transport of people but also goods. The article analyzes the key determinants of the electromobility development in the context of cargo transportation. It is presented the basic factors influencing the rate of electromobility development taking into account the legal basis, the socio-economic context as well as the technological one.

KEY WORDS

electromobility, logistics, transport

Translated by Authors