

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII A ROZWÓJ ELEKTROMOBILNOŚCI

DATA PRZESŁANIA: 27.09.2018, DATA AKCEPTACJI: 20.12.2018, KODY JEL: D83, O13, P18, Q40, Q42, Q43, Q56

Olga Fasiicka

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
fasiicka@ptpiree.pl

Monika Marek

Politechnika Poznańska
monikamarek96@gmail.com

STRESZCZENIE

Celem artykułu jest ukazanie związku między rozwojem elektromobilności a odnawialnymi źródłami energii (OZE) w kontekście zagadnień społeczno-ekonomicznych. Ważnym aspektem rozwoju elektromobilności jest przychylność społeczna do OZE oraz polityka prowadząca do zwiększenia udziału tych źródeł w miksie energetycznym państwa. Aby osiągać jak najlepsze rezultaty w dekarbonizacji rynku motoryzacyjnego, energia wykorzystywana do napędu pojazdów elektrycznych powinna pochodzić z OZE. W efekcie można założyć, że duży udział OZE w miksie energetycznym państwa sprzyja rozwojowi transportu niskoemisyjnego, a rozwój elektromobilności przyczynia się do zwiększenia udziału OZE w strukturze energetycznej państwa. Artykuł składa się z czterech części poruszających różne aspekty elektromobilności. W części pierwszej zawarto dane dotyczące czynników związanych z rozwojem elektromobilności. W drugiej części pokazano procesy społeczne wpływające na poparcie OZE na przykładzie Niemiec. Kolejne części artykułu odnoszą się do kwestii inwestycji w elektromobilność oraz bilansowania systemu elektroenergetycznego z wykorzystaniem pojazdów elektrycznych.

SŁOWA KLUCZOWE

elektromobilność, e-mobility, odnawialne źródła energii, bilansowanie systemu elektroenergetycznego, transport niskoemisyjny

WPROWADZENIE

Celem artykułu jest przedstawienie powiązania między rozwojem elektromobilności a odnawialnymi źródłami energii (OZE). Wydaje się, że wysoki udział OZE w miksie energetycznym państwa, a także proekologiczne postawy społeczne mogą mieć tutaj istotne znaczenie. Do zwiększania po-

pytu na użytkowanie pojazdów elektrycznych, poza dobrze rozwiniętą infrastrukturą do ładowania pojazdów, niezbędne są także finansowe zachęty do zmiany wykorzystywania dotychczasowych środków transportu.

Według badań Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych (ORPA), 17% Polaków jest zainteresowanych zakupem samochodu elektrycznego. Zgodnie z pozyskanymi przez ORPA danymi dominującymi czynnikami w podjęciu decyzji o zakupie elektrycznego pojazdu są: koszty zakupu, koszty eksploatacji, koszty napraw i wpływ pojazdu na środowisko (*Mniej istotna marka...*, 2017).

Badana problematyka jest istotna również ze względu na możliwości, jakie daje rozwój elektromobilności. Ponieważ OZE, takie jak źródła wiatrowe czy fotowoltaiczne, cechują się niestabilnością i trudno przewidzieć poziom wytworzonej przez nie energii, pojazdy elektryczne mogą działać jak mobilne magazyny energii – odbierać energię w szczycie generacji OZE i oddawać w szczycie zapotrzebowania krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE). Rozwój elektromobilności może być zatem nie tylko sposobem na walkę z emisją zanieczyszczeń, ale także wsparciem dla bilansowania systemu, przy jednoczesnym pobudzaniu rozwoju technologicznego kraju.

WAŻNA ROLA OZE

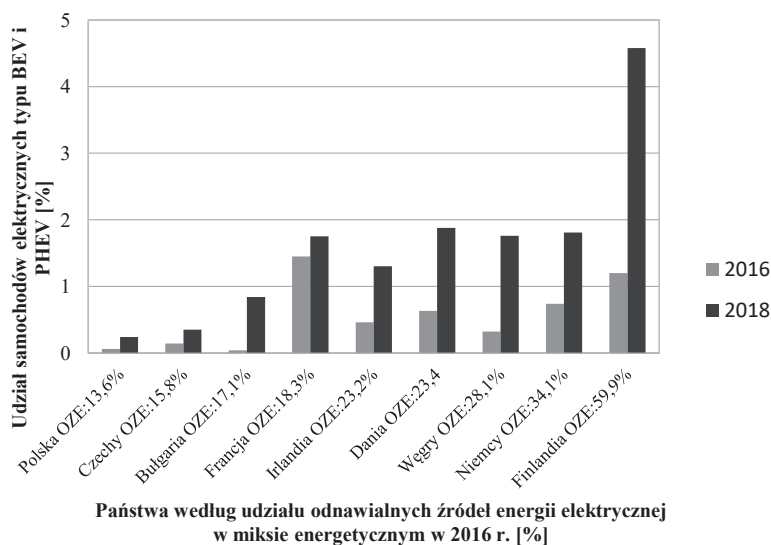
Na poparcie powyższej tezy w dalszej części artykułu przedstawiono informacje o udziale samochodów elektrycznych w całkowitej liczbie samochodów w wybranych krajach UE. Do przeprowadzonej analizy wykorzystano dane European Alternative Fuel Observatory (EAFO), United Nations Development Programme (UNDP) – *Human Development Reports* – oraz Eurostatu – *Simplified Energy Balances – Annual Data*. W zestawieniu (tab. 1) BEV (*battery electric vehicle*) oznacza samochód w pełni elektryczny, a PHEV (*plug-in hybrid electric vehicle*) – jednostkę hybrydową o silniku zarówno elektrycznym, jak i spalinowym, która umożliwia ładowanie akumulatorów z zewnętrznego źródła zasilania. Na podstawie danych Eurostatu określono procentowy udział OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej poszczególnych państw europejskich w latach 2014 oraz 2016.

Spośród państw wybranych do dalszej analizy, porównując udział OZE w strukturze wytwarzania w latach 2014 i 2016, większość uzyskała przyrost powyżej jednego punktu procentowego. Wartości te zestawiono z danymi EAFO, dotyczącymi udziału samochodów elektrycznych typu BEV oraz PHEV w całkowitej liczbie samochodów w poszczególnych państwach. Analizę przeprowadzono dla roku 2016 i pierwszej połowy 2018 roku. Ponadto przyjęto założenie, że liczba samochodów elektrycznych jest związana z rozwojem OZE. W tabeli 1 przedstawiono państwa UE uszeregowane według udziału OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej danego państwa, a na podstawie zawartych w niej danych utworzono rysunek 1.

Tabela 1. Wybrane państwa UE uszeregowane według udziału OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej

	Udział OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej (%)		Udział samochodów elektrycznych typu BEV (%)		Udział samochodów elektrycznych typu PHEV (%)		BEV + PHEV (%)	
	2014	2016	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Polska	12,1	13,6	0,03	0,09	0,03	0,15	0,06	0,24
Czechy	14,2	15,8	0,09	0,24	0,05	0,11	0,14	0,35
Bułgaria	16,4	17,1	0,04	0,41	0,00	0,43	0,04	0,84
Francja	15,7	18,3	1,08	1,17	0,37	0,58	1,45	1,75
Irlandia	42,1	23,2	0,27	0,80	0,19	0,50	0,46	1,30
Dania	20,3	23,4	0,55	0,41	0,08	1,47	0,63	1,88
Węgry	27,1	28,1	0,21	1,24	0,11	0,52	0,32	1,76
Niemcy	30,1	34,1	0,34	0,90	0,40	0,91	0,74	1,81
Finlandia	55,9	59,9	0,19	0,49	1,01	4,09	1,20	4,58

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Simplified Energy Balances...*

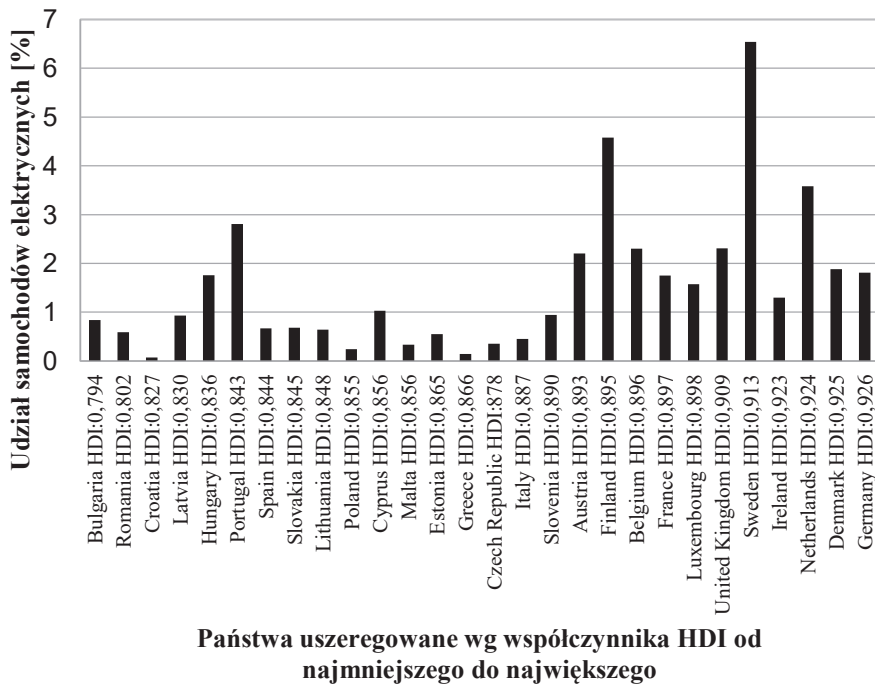


Rysunek 1. Udział samochodów elektrycznych w wybranych państwach UE w kontekście udziału OZE w mocy zainstalowanej

Źródło: jak pod tabelą 1.

Na rozwój elektromobilności ma wpływ bardzo wiele czynników: technologicznych, gospodarczych, społecznych i geograficznych, dlatego oczekiwanie liniowego przyrostu samochodów elektrycznych jedynie w wyniku wzrostu udziału OZE w miksie energetycznym byłoby zbyt dużym uproszczeniem. Jest to istotny, ale nie jedyny aspekt rozwoju transportu niskoemisyjnego. Duży wpływ na wzrost liczby pojazdów elektrycznych ma koszt zakupu pojazdu, infrastruktura niezbędna do ładowania oraz zachęty finansowe do zakupu aut elektrycznych, których efektem może być zmiana dotychczasowych zachowań konsumenckich. Nie bez znaczenia jest tutaj również świa-

domość ekologiczna społeczeństwa, poziom życia mieszkańców i ich sytuacja finansowa. W tym miejscu warto przywrzec się wartości Human Development Index (HDI). Jest to wskaźnik rozwoju społecznego, który uwzględnia długość życia, poziom edukacji i standard życia, czyli wartości społeczno-ekonomiczne, które świadczą o rozwoju państwa. Na rysunku 2 przedstawiono uszeregowanie państw Unii Europejskiej według wartości HDI wraz z przypisaniem udziału samochodów elektrycznych w całkowitej liczbie samochodów w danym kraju.



Rysunek 2. Udział samochodów elektrycznych BEV/PHEV w całkowitej ilości samochodów w danym państwie w kontekście wartości wskaźnika HDI

Źródło: jak pod tabelą 1.

Pomimo że udział samochodów elektrycznych nie zwiększa się w tej zależności liniowo, widoczna jest tendencja do pojawiania się wyższych wartości udziału samochodów elektrycznych po prawej stronie wykresu, gdzie wartości HDI są najwyższe.

SPOŁECZEŃSTWO A NISKOEMISYJNE ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA PRZYKŁADZIE NIEMIEC

Proekologiczne postawy społeczne, w tym pozytywny stosunek do OZE, mogą przyczynić się także do wzrostu zainteresowania samochodami o napędzie elektrycznym bądź hybrydowym. Niemiecka polityka energetyczna nastawiona jest na rozwój OZE przy jednoczesnym zmniejszaniu produkcji energii elektrycznej z węgla i atomu. Świadome, dbające o środowisko społeczeństwo

łatwiej przekonać do pojazdów, które przyczynią się do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w miastach. W Niemczech uzyskuje się wysokie poparcie społeczne dla wprowadzania stref czystego transportu. Trzeba jednak podkreślić, że niemiecki system transportu miejskiego został tak zorganizowany, że umożliwia funkcjonowanie stref czystego transportu bez dyskomfortu dla mieszkańców i osób przyjezdnych.

Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, że w 2011 roku 66% niemieckiego społeczeństwa dostrzegało problem zmian klimatycznych, a 79% mieszkańców zauważało, że wysoka efektywność energetyczna i przeciwdziałanie zmianom klimatu korzystnie wpływają na wzrost gospodarczy i mogą przyczynić się do tworzenia nowych miejsc pracy (Książniakiewicz, 2015). W przeprowadzonych badaniach otrzymano również ponad 70% pozytywnych odpowiedzi na pytania, czy energia z OZE zapewni bezpieczeństwo przyszłym pokoleniom oraz czy przyczyni się do ochrony klimatu.

Wynika z tego, że już w 2011 roku ponad 70% mieszkańców Niemiec miało wysoką świadomość ekologiczną i zauważało konieczność zmian na rzecz poprawy stanu środowiska. Korzystając z danych zamieszczonych na witrynie internetowej EAFO, można zauważyć, że właśnie od 2011 roku nastąpił znaczący przyrost liczby samochodów elektrycznych (typu BEV i PHEV) zarejestrowanych w Niemczech (EAFO, 2018).

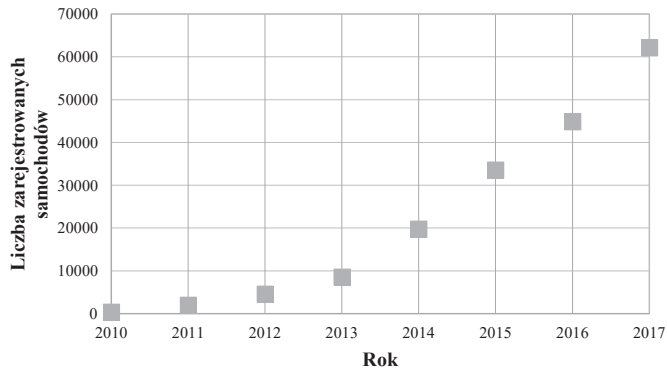
Stosunkowo duża liczba samochodów elektrycznych zarejestrowana jest w państwach, które przechodzą transformację energetyczną (z niem. *Energiewende*). Zmiany te mają na celu redukcję emisji CO₂ i rozwój OZE oraz ograniczenie wytwarzania energii z paliw kopalnych i atomu. Jako uzasadnienie dla tak prowadzonej polityki wymienić należy: dbałość o środowisko, społeczną niechęć wobec energetyki jądrowej, wzmocnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, a także uniezależnienie gospodarki od paliw zagranicznych. Dzięki rozwojowi odnawialnych źródeł wytwarzania energii państwa mogą liczyć na spadek kosztów inwestycji w OZE oraz wzrost ich sprawności. Taką politykę prowadzą m.in. Dania, Francja oraz Niemcy. W krajach tych obserwowany jest zarówno wzrost udziału OZE w miksie energetycznym, jak i wzrost liczby samochodów elektrycznych.

W sytuacji kiedy udział OZE w produkcji energii w kraju jest niewielki, nie da się uniknąć emisji zanieczyszczeń w miejscu jej wytwarzania mimo zastosowanych filtrów i rozwiązań technologicznych ograniczających emisję szkodliwych substancji do atmosfery. W takim wypadku, dzięki niskoemisyjnemu transportowi, osiągnięte zostanie jedynie wyprowadzenie emisji zanieczyszczeń z centrum miast. W związku z tym, aby uzyskać redukcję zanieczyszczenia w całym systemie elektroenergetycznym, wraz z rozwojem elektromobilności należy rozważyć inwestowanie także w OZE.

ZACHĘTY INWESTYCYJNE

Nie można jednak pominąć istotnej kwestii zapewniającej rozwój elektromobilności, czyli korzyści finansowych dla konsumentów. Tu warto przyjrzeć się norweskim rozwiązaniom. Podstawową korzyścią materialną dla właścicieli samochodów elektrycznych jest brak opłat rejestracyjnych dla pojazdów typu BEV/FCEV oraz zniżki dla PHEV. Norwegowie są zwolnieni z podatku VAT przy zakupie BEV/FCEV oraz z opłat przy imporcie samochodu z zagranicy. Ponadto właściciele samochodów elektrycznych płacą niższe podatki. Ulgi mają także firmy użytkujące takie pojazdy.

Właściciele elektrycznych pojazdów są także zwolnieni z opłat za przejazdy autostradami, parkują za darmo i mogą korzystać z buspasów. Na rysunku 3 przedstawiono liczbę zarejestrowanych w Norwegii samochodów elektrycznych w latach 2010–2017.



Rysunek 3. Liczba samochodów elektrycznych zarejestrowanych w Norwegii w latach 2010–2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych EAFO (2018).

Co ważne, pierwsze ulgi dla posiadaczy samochodów elektrycznych w Norwegii wprowadzane były na 20 lat przed rozpoczęciem wzrostu liczby rejestrowanych samochodów (w 1990 r. tymczasowo zniesiono cło na pojazdy elektryczne), jednak znaczące obniżenie kosztów zakupu i eksploatacji tych pojazdów (zwolnienie z VAT, bezpłatny dostęp do miejsc parkingowych, zwolnienie z opłat za import) miało miejsce dopiero po 2000 roku.

Zachęty finansowe dla posiadaczy elektrycznych samochodów przysługują również mieszkańcom innych państw, na przykład Niemcy przy zakupie pojazdu typu BEV otrzymują 4000 euro, a w przypadku PHEV 3000 euro dopłaty. Dodatek ten będzie obowiązywać do 2020 roku. Ponadto elektryczne pojazdy parkują za darmo w strefach płatnego parkowania oraz mogą korzystać z buspasów (EAFO, 2018).

ELEKTROMOBILNOŚĆ – SZANSA NA BILANSOWANIE SYSTEMU

Ważnym zagadnieniem, idącym w parze z inwestycjami w rozwój elektromobilności i wspomnianym bilansowaniem systemu elektroenergetycznego, jest kwestia magazynowania energii. Jak wcześniej wspomniano, można założyć, że zainteresowanie zakupem samochodów elektrycznych związane jest także z pozytywnym nastawieniem wobec odnawialnych źródeł energii i ich rozwojem. W związku z tym warto w tym kontekście przyjrzeć się niestabilności OZE i kwestii magazynowania energii.

Analizując dobową krzywą zapotrzebowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, można zaobserwować występowanie szczytu i doliny zapotrzebowania. Minimalne obciążenie występuje w godzinach nocnych, natomiast w godzinach popołudniowych pojawia się obciążenie mak-

symalne. Na szczytowe zapotrzebowanie wpływ ma wiele czynników, takich jak zmiany pogody, pora roku, zmienność tygodniowa oraz kalendarzowa (Pawlik, Strzelczyk, 2016).

W przypadku energii wiatrowej oraz słonecznej mamy do czynienia z niestabilnością produkcji energii. Panele fotowoltaiczne na przykład zmieniają generację mocy w cyklu dobowym (oraz rocznym). Warto tu zwrócić uwagę, że generacja mocy z paneli będzie się zwiększać od godzin porannych aż do popołudniowego szczytu i coraz bardziej spadać w godzinach wieczornych. Wynika z tego, że nie pokrywa się ona z dobową krzywą zapotrzebowania KSE. Podobnie w przypadku farm wiatrowych – mimo ciągłego prognozowania zmienności godzinowej, dobowej czy rocznej, wykazują one dużą niestabilność pracy.

Biorąc pod uwagę wspomniane aspekty, łatwo zauważyć, że niezbędne jest odpowiednie zarządzanie produkcją energii elektrycznej w celu pokrycia zapotrzebowania KSE. Rozwiązaniem problemu bilansowania mogłyby być właśnie samochody elektryczne, pełniące rolę mobilnych magazynów energii. Pojazdy elektryczne mogłyby bowiem bilansować zapotrzebowanie na energię, odbierając ją w szczycie generacji z OZE, natomiast oddając przy rosnącym zapotrzebowaniu KSE. Obecnie istniejąca idea „Vehicle to Grid” zakłada przesył energii elektrycznej między systemem elektroenergetycznym w dwie strony, co czyni właściciela elektrycznego pojazdu zarówno odbiorcą, jak i wytwórcą energii (gdyż oddaje ją do systemu w określonych godzinach). Takie rozwiązanie mogłoby sprawdzić się w bilansowaniu lokalnego zapotrzebowania: oddając energię, właściciel samochodu mógłby otrzymywać korzyści finansowe, a jednocześnie zmniejszyłoby się obciążenie sieci przesyłowych i zostałaby ograniczona konieczność zwiększenia produkcji w systemie elektroenergetycznym (Drożdż, 2018).

PODSUMOWANIE

Po analizie dostępnych danych można stwierdzić, że większy udział samochodów elektrycznych w rynku związany jest zarówno z dostępnością pojazdów (niższe koszty zakupu), infrastrukturą do ładowania, zachętami finansowymi, jak również z rozwojem odnawialnych źródeł energii i proekologiczną świadomością społeczną. Pozyskiwanie energii elektrycznej z OZE i korzystanie z bezemisyjnych pojazdów napędzanych zieloną energią może wspomóc rozwój elektromobilności, natomiast odpowiednio duża liczba samochodów elektrycznych może zapewnić bilansowanie systemu elektroenergetycznego państwa.

LITERATURA

- Drożdż, W. (red.) (2018). *Elektromobilność w rozwoju miast*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- EAFO (2018). Europejskie Obserwatorium Paliw Alternatywnych. Pobrano z: <http://www.eafo.eu/countries>; <http://www.eafo.eu/content/norway>; <http://www.eafo.eu/content/germany> (1.09.2018).
- Human Development Reports*. United Nations Development Programme (UNDP). Pobrano z: <http://hdr.undp.org/en/countries> (1.09.2018).
- Książniakiewicz, M. (2015). Nowa era w polityce Niemiec w obszarze odnawialnych źródeł energii. *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego*, 1 (9), 173–182.
- Mniej istotna marka i wygląd, liczą się koszty* (2017). Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych. Pobrano z: <http://www.orpa.pl/mniej-istotna-marka-i-wyglad-lecza-sie-koszty/> (1.09.2018).

Pawlik, M., Strzelczyk, F. (2016). *Elektrownie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Simplified Energy Balances – Annual Data. Eurostat. Pobrano z: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/nrg_100a (1.09.2018).

Wiślański, M. (2017). Pojazdy elektryczne jako rozproszone magazyny energii – potencjał magazynowania energii w kontekście rozwoju elektromobilności. *Europa Regionum*, 3 (32), 133–145.

RENEWABLE ENERGY SOURCES AND DEVELOPMENT OF ELECTROMOBILITY

SUMMARY

The goal of the article is showing a connection between development of electromobility and renewable energy sources referring to socio-economic issues. An important aspect of development in e-mobility area is social favour to renewables and politics striving to growth of those sources in domestic energy mix. To achieve the best results of decarbonisation of automotive market, the energy used to drive electric vehicles should come from renewable sources. It can be assumed, that great share of renewables in energy mix favors growth of low-carbon transport and electromobility growth leads to increase of share of renewables in energy mix. The article consists of four parts that bring up different points connected with e-mobility. They are prelude with introduction, finished by conclusion. The first part presents data referring to different factors of electromobility development. In second part there is shown the social process impacting endorsement for renewables by the example of Germany. The next two parts refer to consecutively issues of investment in electromobility and balancing power system with electric vehicles.

KEYWORDS

electromobility, e-mobility, renewable energy sources, balancing power system, low-carbon transport

Translated by Monika Marek